

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DE PHARMACIE

ANNÉE 1941-1942

SERIE U

N° 63

**Les Bases d'Évaluation
de la Salubrité des Moules
et
l'Épuration des Moules polluées**

THÈSE

pour l'obtention du Diplôme de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS
(PHARMACIE)**

présentée et soutenue le Juillet 1942

PAR

A. HÉRISSET

Ancien Interne des Hôpitaux de Nantes
Ancien Préparateur à l'École de Médecine et de Pharmacie

JURY

MM. LUTZ, *Président*,
FLEURY,
VALETTE

RENNES

IMPRIMERIE COMMERCIALE DE L'OUEST-ÉCLAIR

38, rue du Pré-Botté, 38.

1942

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DE PHARMACIE

ANNÉE 1941-1942

SÉRIE V

N° 63

**Les Bases d'Évaluation
de la Salubrité des Moules
et
l'Épuration des Moules polluées**

THÈSE

pour l'obtention du Diplôme de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS
(PHARMACIE)**

présentée et soutenue le 1^{er} Juillet 1942

PAR

A. HÉRISSET

*Ancien Interne des Hôpitaux de Nantes
Ancien Préparateur à l'École de Médecine et de Pharmacie*

JURY { MM. LUTZ, *Président,*
Professeur,
Agrégé.

RENNES

IMPRIMERIE COMMERCIALE DE L'OUEST-ÉCLAIR
38, rue du Pré-Botté, 38.

1942

PERSONNEL DE LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE PARIS

ADMINISTRATION

MM. DAMIENS, *Doyen*, O. *, * I.
H. HERISSEY, *Assesseur*, O. *, * I.
H. J. LIONNET, *Secrétaire*, * I.

PROFESSEURS

MM. DAMIENS, O. *, * I.	Chimie Minérale.
HERISSEY, O. *, * I.	Chimie Biologique.
SOMMELET, *, * I.	Chimie Organique.
FABRE, *, * I.	Toxicologie.
LAUNOY, O. *, * I.	Zoologie.
DELABY, *, * I.	Pharmacie Chimique.
PICON, *, * I.	Physique.
MASCRE, *, * I.	Histoire naturelle des médicaments simples d'origine végétale.
BACH, *, * I.	Botanique.
FLEURY, * I.	Chimie Analytique.
REGNIER, * I.	Microbiologie.
JANOT, * A.	Pharmacie Galénique.



Doyens honoraires : MM. RADAIS, O. *, * I. — GUERIN, O. *, * I.

Professeurs honoraires :

MM. DELEPINE, O. *, * I. et LEBEAU, O. *, * I., Membres de l'Institut.
PERROT, C. *, * I., COUTIERE, O. *, * I., BOUGAULT, O. *, * I., LUTZ, *, * I., et GORIS, O. *, * I.

MAITRES DE CONFÉRENCES

MM. BEDEL, *, * I.	Minéralogie. — Législation et déontologie pharmaceutiques.
CHARONNAT, * I.	Hydrologie et Hygiène.
VALETTE, * A.	Cryptogamie et Technique microbiologique. — Pharmacodynamie.
FONTAINE	Histoire naturelle.
GUILLOT	Sciences physiques et chimiques.
N...	Sciences naturelles.

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. DOMANGE, * A, travaux pratiques de 1 ^{re} année.	Chimie générale et pharmaceutique.
GAUTIER, * A, travaux pratiques de 2 ^e et 3 ^e année.	Chimie Analytique.
PARIS	Micrographie.
CORRIDEZ, * A.	Physique.
DAVID, * A.	Microbiologie.
N...	Chimie biologique, Bromatologie et Pharmacie chimique.

Bibliothécaire en Chef : M. GARNIER, * A.

Bibliothécaire : M^{lle} LAVAUD, * A.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR LUTZ, ✱, 1.

Professeur honoraire à la Faculté de Pharmacie
de Paris

*qui nous a fait le très grand
honneur d'accepter la présidence
de notre jury de thèse.*

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

*qui s'est sacrifié pour assurer
notre avenir.*

A MA MÈRE, A MA FEMME, A MON FILS

*trop faible témoignage de notre
grande affection.*

A MES PARENTS, A MES AMIS

A MONSIEUR LOUIS LAMBERT

Docteur en Pharmacie, Licencié ès-Sciences,
Officier de la Légion d'Honneur, du Mérite Maritime
et de la Santé Publique,
Inspecteur Général du Contrôle Sanitaire
à l'Office scientifique et technique des Pêches Maritimes

*qui dans notre service nous a
toujours témoigné la plus grande
sympathie, et qui a bien voulu
s'intéresser à ce travail en nous
fournissant ses précieux conseils.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR GUÉRITHAULT

Professeur à l'Ecole de Médecine et de Pharmacie
de Nantes

*qui fut notre maître à l'école et
dans les hôpitaux, qui nous a
toujours témoigné la plus grande
bienveillance et nous a initié aux
recherches de laboratoire.*



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INTRODUCTION

Dirigeant un laboratoire sanitaire de l'Office des Pêches, nous avons eu l'occasion, depuis l'application du Décret du 20 août 1939 (concernant la salubrité des coquillages), de beaucoup nous occuper de la salubrité des moules. Or, la prophylaxie des maladies transmissibles par les coquillages, réside surtout dans les mesures prises à la production, ou, quand celles-ci s'avèrent impossibles, dans l'obligation d'une épuration des coquillages pollués.

Comme nous l'indiquerons plus loin, le classement des gisements naturels est surtout conditionné par l'examen topographique. Mais celui-ci est toujours complété et confirmé par un examen chimique et surtout bactériologique : ce dernier consistant en une numération du *B. coli*. Nous nous sommes donc proposé d'établir quelle valeur exacte il fallait attribuer aux documents analytiques. De plus, malgré le grand nombre d'examens effectués, il n'a pas encore été déterminé en France de « standard bactériologique » au-dessus duquel les mollusques doivent être considérés comme pollués. Nous avons donc tenté d'effectuer cette détermination.

Puis, le nombre de mollusques pollués étant très

élevé, et le fait de les rejeter de la consommation étant une solution paresseuse, nous avons cherché un moyen rapide et économique d'épuration.

Ayant soumis ces idées à M. l'Inspecteur Général du Service sanitaire, le Docteur Ph.-L. Lambert, celui-ci a bien voulu nous encourager dans cette voie et nous fournir ses avis éclairés et sa documentation inépuisable. Qu'il en soit chaleureusement remercié ici. De même, nous n'aurons garde d'oublier dans nos remerciements notre prédécesseur (aujourd'hui Inspecteur principal), M. Jardin, qui a bien voulu lui aussi nous conseiller dans ce travail et nous fournir les archives du laboratoire, constituées avant notre arrivée.

Muni de ces renseignements et de ces conseils, nous avons alors entrepris notre travail, et ces quelques pages ont l'ambition de vouloir présenter les résultats obtenus.

Notre travail se divise en trois parties :

Première Partie. — L'examen bactériologique des moules et des eaux des moulières.

Dans le chapitre I, nous étudions : Les causes de la pollution des moules, et nous exposons les méthodes employées pour protéger la santé publique : enquêtes et visites régulières aux lieux de production, examens au laboratoire. Le principal examen étant la numération du *B. coli*, pourquoi ce choix, et quelle est sa valeur ?

Dans le chapitre II, nous exposons les méthodes bactériologiques et chimiques qui sont employées dans les laboratoires de l'Office des Pêches. Pour ces dernières, nous indiquons rapidement les observations faites par les chercheurs du Muséum, dans le secteur qui nous intéresse.

Dans le chapitre III, nous appliquons ces méthodes à

l'étude d'une moulière topographiquement salubre, et nous exposons les conclusions que nous pouvons en tirer, quant à la valeur des données fournies par le laboratoire.

Dans le chapitre IV, nous étudions parallèlement une moulière insalubre.

Deuxième Partie. — L'Épuration des moules polluées.

Dans le chapitre V, nous exposons les méthodes d'épuration employées, en particulier, à Conway (Pays de Galles).

Dans le chapitre VI, nous donnons les résultats que nous avons obtenus avec le permanganate de potasse,

Troisième Partie. — Conclusions.

PREMIÈRE PARTIE

**L'EXAMEN BACTÉRIOLOGIQUE DES MOULES
ET DES EAUX DES MOULIÈRES**

CHAPITRE PREMIER

La pollution des moules et les mesures adoptées pour la protection de la Santé publique

Dire qu'il est consommé en France une quantité énorme de moules polluées, revient à énoncer une « vérité à priori ». De nombreux auteurs, en effet, ont attiré l'attention sur le danger présenté par ce mollusque quand il a vécu dans une eau souillée, et ils ont mis en garde les consommateurs contre son rôle dans la transmission de la fièvre typhoïde. Sans nier ce rôle, nous accueillerons avec un certain scepticisme l'affirmation de « Je sais tout » qui prétend qu'il est vendu 100 millions de moules empoisonnées par an; ou le travail de Belin, qui déplore 25.000 décès annuels consécutifs à l'ingestion de coquillages ! Tout ce que l'on peut affirmer c'est que les typhoïdes coquillières sont encore trop nombreuses. J'insiste d'ailleurs sur le terme « coquillière », car on peut affirmer maintenant que les typhoïdes ostréaires ont disparu depuis qu'existe le contrôle exercé par l'Office des Pêches.

Une anecdote, qui s'est déroulée dans mon secteur, montrera comment certains auteurs, de mauvaise foi, peuvent arriver à obtenir des statistiques impressionnantes. Le Service d'Hygiène me signale qu'une demoiselle X..., domestique chez un médecin de Y..., est atteinte de typhoïde ostréaire. J'effectue immédiatement l'enquête et j'apprends que toute la maison a consommé des huîtres, à l'exception de la personne qui est atteinte de typhoïde !

Donc, si parmi les moules vendues il y en a encore un si grand nombre « d'empoisonnées », à quoi attribuer ce fait : c'est le docteur Legendre qui va nous répondre dans son article « Urbanisme et Hygiène », paru dans la *Presse Médicale*.

« Les plages sont devenues des champs d'épandage et ceci sous prétexte d'urbanisme... Quand les bacilles passent de la chambre du malade dans le domaine municipal, le génie sanitaire les dilue, les dissémine, en nourrit les poissons, les coquillages qui les cultivent sous le manteau jusqu'à ce que l'homme les ingère et leur fasse recommencer le circuit. Tout à l'égout = tout à la mer. Les eaux littorales sont devenues le champ d'épandage des agglomérations riveraines. Il est d'ores et déjà permis de se préoccuper du sort réservé à la faune marine des eaux littorales quand elles recevront la marée des eaux usées des agglomérations sises au bord de la mer. »

Partant de ces observations, MM. Jardin, Chevallier et Yzambart ont étudié les conséquences du déversement à la mer des égouts de Saint-Malo, Saint-Servan, Dinard. Et de ces études ressort le fait que les craintes du docteur Legendre n'étaient pas exagérées. Nous verrons ultérieurement ce qui se passe pour Saint-Malo. Pour les autres villes citées : au jusant, il se forme des lits assez

étroits très pollués et très chargés en bacilles, jusqu'à 2.000 mètres de leur point de départ. Au flot, ces eaux-vannes sont plus ou moins ramenées vers la côte. Quand il s'agit de déverser des eaux usées à la mer, il ne faut donc pas tenir compte uniquement de la dilution obtenue par un calcul mathématique, car l'expérience montre que la théorie ne se trouve pas vérifiée par la pratique.

Si, en France, la majorité des auteurs s'élèvent contre la pollution de la mer par le « tout à l'égout », I.-V. Duhig M. B., de Brisbane, ne partage pas leurs avis, puisqu'il écrit en effet : « L'infection de l'estuaire par l'eau des égouts est *infime*, elle sera dangereuse seulement si on prend des coquillages sur une distance d'un demi-mille de chaque côté de la bouche de l'égout. Même dans l'état actuel de la loi (australienne) qui permet la vente des huîtres prises sur la côte aux abords immédiats de la bouche d'égout, la contamination de la population par ce moyen est un cas de pur hasard. » Et plus loin, dans les conclusions : « A présent la disposition est économique et bonne et tout à fait sans danger pourvu qu'aucun coquillage pour la consommation humaine ne soit pris à la côte 400 mètres au-dessus et au-dessous de la bouche et à une distance de 50 mètres de la marque de la marée haute. »

Mais, malgré cet avis venu des antipodes, nous nous rangerons à l'avis de nos auteurs et admettrons avec eux que beaucoup de coquillages sont pollués, et que cette pollution est due au rejet inconsidéré à la mer de toutes les eaux résiduaires de la côte.

Quels remèdes apporter à ces faits regrettables ?

La plupart des auteurs, et en particulier le professeur Dubreuil et Belin, demandent :

l'extension du décret de 1923 aux moules,
le renforcement du contrôle,
la suppression du tout à l'égout,
la déclaration obligatoire des typhoïdes.

L'extension du décret de 1923 aux coquillages est maintenant chose faite. En effet le décret du 20 août 1939 (qui le remplace) est entièrement applicable à partir du 15 avril 1941. Le contrôle est confié à l'Office Scientifique des Pêches.

Qu'est donc cet Office Scientifique des Pêches et quelles sont les principales dispositions de ce décret ?

Créé par la loi du 31 décembre 1919, l'Office est né de la transformation de l'ancien service scientifique des Pêches de la Marine nationale. Il fut chargé de l'étude et du perfectionnement de tout ce qui concerne la pêche et les industries de la mer. A cet effet il possède un navire océanographique, le « Théodore Tissier », des laboratoires de biologie sur la côte, un laboratoire central à Paris, et des laboratoires du contrôle sanitaire et de biologie ostréicole. En effet, l'un de ses principaux services est celui du Contrôle Sanitaire coquillier, chargé, comme son nom l'indique, de tout ce qui concerne la salubrité des coquillages. Jusqu'à cette année, ce contrôle n'était applicable qu'aux seules huîtres. A l'origine, il fut dû à l'initiative privée, qui créa un service de contrôle calqué sur le contrôle hollandais. En 1920, l'Office des Pêches visa les certificats de salubrité accordés par les associations privées, lui donnant ainsi un caractère officiel. Puis les efforts des hygiénistes et des ostréiculteurs furent couronnés de succès. Le décret du 31 juillet 1923 réglementait le contrôle sanitaire des huîtres, le rendait obligatoire, confiait à l'Office des Pêches son application et amorçait le contrôle des coquillages.

Amorçait seulement hélas, car il fallut au docteur Lambert quinze années de lutte pour « faire sortir » le décret du 20 août 1939 qui étend aux coquillages et autres produits de la mer, pouvant être mangés crus, le contrôle obligatoire.

Selon ce décret :

Les coquillages, les oursins et les violets ne peuvent être livrés à la consommation s'ils ne proviennent d'un parc, établissement ou gisement reconnu salubre.

Tout le littoral est classé en zones salubres et en zones insalubres, où la pêche est interdite et dans lesquelles il est interdit d'établir des établissements contenant des produits de taille marchande.

Les établissements reconnus salubres sont inscrits sur une liste spéciale dite « Casier sanitaire » et un certificat de salubrité est délivré à l'exploitant.

Tout colis de coquillage ne peut être expédié ou mis en vente sans porter une étiquette de salubrité indiquant le numéro sanitaire du pêcheur, parqueur ou expéditeur : ainsi le destinataire peut-il fournir la preuve de l'origine de ses coquillages. Si, pour une raison quelconque, un établissement perd son caractère de salubrité, le certificat est retiré temporairement ou définitivement.

Les coquillages provenant des gisements ou des parcs insalubres doivent être reparqués pendant un mois sous le contrôle et suivant les directives de l'Office des Pêches.

Les coquillages reconnus impropres à la consommation sont saisis et détruits.

Est interdite toute manipulation susceptible de rendre insalubres les produits visés.

L'entreposage par immersion ne peut être fait qu'a-

près autorisation (de l'Office sur la côte; de la Préfecture à l'intérieur).

Suit l'énumération des sanctions et des agents chargés de relever les infractions au décret (il a fallu attendre la loi du 12 août 1934 pour que les agents de l'Office soient habilités à verbaliser).

Voici l'organisation actuelle du Contrôle : La côte est divisée en régions plus ou moins étendues. Chaque région est dirigée par un Inspecteur régional disposant d'un laboratoire de chimie et de bactériologie bien outillé, et d'un personnel composé de préparateurs et de surveillants disséminés sur toute la côte (ceux-ci étant aidés dans leur surveillance par les Agents de la Marine). Les régions sont groupées en trois Inspections principales; et au sommet de l'édifice se trouve un Inspecteur général, le docteur Lambert qui réside à Paris, et qui est l'âme du Service.

L'application du décret est faite sous la direction d'un Conseil technique, composé de professeurs et d'hygiénistes, et présidé par le professeur Tanon.

La liaison entre les ministères est établie par la Commission supérieure de Salubrité, composée à nombres égaux par des délégués du Conseil supérieur d'Hygiène et de l'Office des Pêches.

Enfin la collaboration est établie avec les autres services sanitaires français et étrangers.

S'il est encore trop tôt pour juger les résultats obtenus, en ce qui concerne le décret de 1939, il est possible de voir quels ont été ceux apportés par celui de 1923, en ce qui concerne les huîtres :

1°) Tout d'abord tous les parcs ou dépôts d'huîtres installés dans des zones dangereuses ont été supprimés. Si, grâce à des compromissions politiques, certains ont

pu résister longtemps, leur suppression a été enfin obtenue.

2°) Les établissements perfectibles l'ont été. Et, souvent, les travaux exigés ont revêtu une grande importance.

3°) Tous les établissements et toutes les zones insalubres sont surveillés d'une façon très stricte. Dès que la salubrité d'un gisement devient douteuse, la pêche y est interdite.

4°) Depuis que le contrôle existe, dans aucune épidémie de typhoïde, la responsabilité des établissements ostréicoles français n'a pu être établie.

5°) Du fait de ces mesures, des hygiénistes spécialisés (professeur Tanou et docteur Neveu) ont pu constater et écrire que les huîtres vendues étaient saines.

6°) La consommation des huîtres n'a cessé de croître.

Si de tels résultats ont pu être obtenus en quinze années, il est hors de doute que nous obtiendrons des résultats analogues, pour ce qui est des coquillages, maintenant que nous sommes armés par le nouveau décret.

La suppression ou plutôt l'aménagement du tout à l'égout serait la solution idéale. Mais jusqu'à présent on s'est heurté de ce côté à des difficultés insurmontables. Il serait nécessaire, puisqu'il faut bien que les eaux usées s'évacuent, d'obliger les municipalités à une épuration préalable, mais pour le moment cette satisfaction n'a pu être obtenue ! Cependant, nous avons été mis à même d'éviter de nouvelles pollutions, par la circulaire du Ministre de la Santé publique du 30 août 1932. Elle prescrit, en effet, de joindre l'avis de l'Office des Pêches aux projets d'égouts prévoyant l'arrivée des eaux épurées, ou non, à la mer. Cette mesure nous a permis de sauvegar-

der la salubrité d'importants groupes de parcs et surtout de gisements coquilliers très productifs, que la réalisation de projets mal étudiés à cet égard auraient sérieusement menacés.

Deux mesures heureuses sont venues compléter la législation en vigueur et nous ont permis d'assurer soit la protection des établissements ou gisements naturels, soit l'assainissement des zones dans de bien meilleures conditions. Ce sont :

1°) La création autour des groupes d'établissements et grands gisements naturels, de périmètres de protection, analogues à ceux des sources d'eau minérale.

Sur toute l'étendue de ces périmètres, créés par le décret loi du 30 octobre 1935 et déterminés dans chaque cas par décrets pris par les Ministres de la Santé publique et de la Marine marchande, il est interdit de faire tout dépôt ou déversement solide ou liquide susceptible de nuire à la qualité hygiénique des produits ostréicoles.

2°) Le règlement sanitaire départemental qui complète les prescriptions du décret instituant le périmètre de protection et surtout nous donne des moyens d'action contre les individus ou collectivités qui souillent les abords des établissements et menacent leur salubrité.

Enfin, la déclaration des typhoïdes est obligatoire, mais il faut reconnaître que les médecins ne l'effectuent pas toujours très régulièrement. Il semble qu'il serait facile d'obtenir un résultat de ce côté. Le Ministère avait d'ailleurs insisté sur cette question dans la circulaire adressée aux Préfets le 25 mai 1938.

★ ★

De quels moyens dispose donc l'Office des Pêches pour accomplir sa tâche ?

Puisqu'il n'était pas possible d'obtenir la suppression ou l'aménagement des tout à l'égout, tout le littoral français a été classé en zone salubres et en zones insalubres où la pêche est interdite et dans lesquelles il est interdit d'établir des établissements contenant des produits de taille marchande.

Pour déterminer ces zones insalubres il est fait tout d'abord appel à l'enquête topographique. En effet, tous les auteurs sont d'accord sur le fait de lui attribuer la première place. G. Hinard écrit à son sujet : « En tout état de cause, c'est principalement sur ses résultats que sont fondées nos conclusions et nos propositions au Ministre. C'est qu'en effet il s'agit bien moins de découvrir une pollution actuelle qu'une pollution potentielle. Dans la majorité des cas où les emplacements sont sujets à contamination, ils ne le sont pas d'une façon continue, mais intermittente. Il faut donc rechercher le risque, en déterminer la fréquence et en apprécier la gravité » pour effectuer le classement.

• De même, en ce qui concerne le contrôle, c'est surtout aux visites fréquentes que nous demandons de nous renseigner sur le maintien des conditions de salubrité.

Toutefois ces examens topographiques sont toujours complétés par des documents analytiques et la surveillance sur place va de pair avec l'examen au laboratoire de prélèvements d'eau et de mollusques effectués régulièrement. Remarquons tout de suite, avec le docteur Teissonnière, que l'évaluation de la salubrité des coquillages par l'analyse bactériologique est un problème plus compliqué qu'il ne le paraît tout d'abord. Si l'identification du *B. coli* relève uniquement du domaine de la bactériologie, les méthodes de prélèvement et d'ensemencement « ressortent de l'expérimentation générale et le

sens commun doit y avoir autant de part que la science ». D'ailleurs, la diversité de ces méthodes montre combien les avis sont partagés !

Cependant, nous ne nous laisserons pas rebuter par ces difficultés et nous allons exposer quels examens de laboratoire nous effectuons et voir quelle est leur valeur.

1°) Au point de vue examen chimique, nous n'effectuons dans la pratique que le dosage des chlorures (nous verrons ultérieurement ce qu'il faut en penser). Mais dans l'étude qui va suivre nous avons donné une plus large place à l'examen chimique des eaux.

2°) Au point de vue bactériologique, nous effectuons la numération du *B. coli* dans les eaux et dans les coquillages.

Et là, nous nous attaquons au problème de base de notre travail. Nous verrons dans le chapitre suivant quels procédés nous employons pour numérer ce colibacille, mais nous allons dès maintenant étudier pourquoi nous attachons une importance à sa numération et quels sont les chiffres, les « standards » que nous devons admettre pour considérer que des eaux ou des coquillages sont salubres.

Comme le fait encore remarquer Hinard : « Le *B. coli*, non pathogène, et d'ailleurs présent à plus ou moins forte dose dans toutes les eaux superficielles, ne doit être considéré en soi que comme un indice de pollution. Il indique la possibilité d'une contamination d'origine fécale et plus spécialement, s'il existe à un taux élevé, la présence de bactéries pathogènes appartenant au groupe du *B. typhique*. Excellent indice, grâce à sa facilité de numération, mais qui n'a de valeur réelle que si l'on est en mesure de l'interpréter. »

Les hygiénistes ont coutume de considérer la colimétrie comme un test en ce qui concerne les eaux potables. Le docteur Teissonnière nous dit qu'elle ne doit pas, en ce qui concerne les coquillages, être considérée avec la même rigueur. La salubrité des coquillages est compatible avec un taux de *B. coli* très supérieur à celui exigé pour les eaux potables. C'est pour cela qu'en France l'on n'a pas voulu fixer de critérium bactériologique.

A l'étranger, cependant, il existe partout des « standards bactériologiques ».

En Angleterre (où le contrôle sanitaire n'existe pas officiellement, sauf à Londres), on admet qu'une huître est bonne si elle contient moins de 200 *B. coli*. Pour juger de la valeur d'un lot, on prélève 10 huîtres, on numère combien d'huîtres contiennent moins de 200 *B. coli* et on conclut que la pureté du lot est de $x\%$. De 100 à 60 %, le lot est livré à la consommation; de 50 à 60 %, il est suspect; à 30 % et au-dessous, il est mauvais.

Pour les moules, on admet de 5.000 à 10.000 *B. coli* au litre. A la station d'épuration de Conway, les moules ne sont pas épurées au-dessous de 2.000 *B. coli* au litre; et souvent on doit se contenter d'une épuration abaissant la teneur en *B. coli* à 4.000 ou 5.000 au litre. Cependant, après vingt ans d'expérience, la typhoïde a presque pratiquement disparu de Londres qui absorbe la plus grande partie de ces produits. (Rappelons qu'en Angleterre le lait de première qualité ne doit pas contenir de *B. coli* dans 0,01", soit 10.000 au litre).

Le taux limite adopté aux Etats-Unis est de 10.000 *B. coli* au litre pour les coquillages et de 1.000 pour les eaux. En Hollande, il est de 10.000 pour les deux. Dans ce dernier pays, tout au moins, l'expérience pratique justifie ce chiffre élevé.

Evidemment, ces nombres absolus ne sont pas assez souples pour s'adapter à la complexité des phénomènes naturels ! Comme le dit le docteur Lambert, la numération du *B. coli* ne peut automatiquement fixer la cote sanitaire d'un établissement. D'autre part, ces standards ont tendance à mécaniser le travail, et ils peuvent voiler d'autres faits plus importants. Mais, conclut Hinard, sous ces réserves, l'adoption d'un standard offre des avantages. Il unifie le jugement que peuvent porter différents services.

Et j'ajouterai qu'il serait désirable que les standards des divers pays soient unifiés. Mais là, nous nous heurtons à de grosses difficultés. La Hollande, par exemple, qui se trouve dans des conditions tout à fait spéciales peut admettre un chiffre beaucoup plus élevé que la France. Toutefois, ce qui serait souhaitable, c'est que les méthodes d'analyse soient unifiées, afin que les chiffres obtenus soient comparables.

Plusieurs essais ont été faits. Le dernier en date remonte à la Conférence de Middelburg (Hollande), 20-22 septembre 1932, où étaient représentées l'Angleterre, l'Irlande, la France, le Portugal, la Belgique, l'Allemagne et la Hollande. Les délégations s'étaient mises d'accord sur les points suivants :

1°) Contrôle des méthodes d'analyse en usage dans chaque nation par la méthode de culture des bactéries sur le milieu de Salles (formule Diénert).

2°) Et afin que les résultats obtenus soient comparables [la diversité des résultats provenant surtout du mode d'ensemencement et de la quantité ensemencée, la précision étant d'autant plus grande que la prise d'essai est plus grande] :

Un échantillon comprendra 10 mollusques qui seront examinés séparément.

Puis suivent les précautions à prendre pour que, pendant le transport et l'ouverture, le corps du mollusque ne soit pas souillé par les manipulations.

Comme l'eau intervalvaire n'a pas de rapport avec la teneur en *B. coli* du mollusque, elle doit être rejetée.

Le corps du mollusque sera dilacéré et dilué dans de l'eau salée à 20 % en quantité suffisante pour obtenir un volume standard de 25^{cc}.

Des quantités déterminées de ce mélange serontensemencées sur milieu de Salles et cultivées à 37°.

On fera la numération du colibacille et les résultats seront rapportés à un coquillage (c'est-à-dire 25^{cc}).

Les colonies obtenues sont repiquées en divers milieux pour être identifiées.

Suivent ensuite les caractères du *B. coli* typique. Malheureusement tout en est resté là, aucune des nations représentées n'ayant consenti à abandonner ses procédés. Devant cette carence, nous nous sommes décidé à exposer nos méthodes de recherches, tant chimiques que bactériologiques, puis à les appliquer à l'étude d'une moulière salubre et d'une moulière insalubre. Fort de ces chiffres, nous verrons quelle valeur il faut attribuer aux résultats bactériologiques, et nous fixerons, en parlant de cette étude, un « standard bactériologique ».

CHAPITRE II

Les méthodes d'analyse employées

Avant toutes choses, il est nécessaire de décrire nos méthodes bactériologiques et chimiques. Disons tout de suite que, à quelques variantes près, ce sont les méthodes employées dans tous les laboratoires de l'Office des Pêches.

Mais, avant d'entrer dans le détail de cet exposé, il est nécessaire d'indiquer brièvement comment nous opérons nos prélèvements.

Pour prélever l'eau, nous stérilisons des flacons de 150^{cc} bouchés coton et portant, attachés au goulot, un bouchon de liège enveloppé de papier (1). Le tout étant enveloppé dans du papier blanc. Afin de pouvoir déboucher le flacon à la profondeur voulue, nous passons dans

(1) M. le Professeur Lutz nous a signalé qu'il était préférable de ne pas employer de bouchons de liège. Même après une stérilisation de 45 minutes à 170°, ceux-ci contiennent encore des micro-organismes, en particulier des levures.

le tampon de coton un tortillon de laiton formant anneau et dans lequel sera attachée une ficelle au moment de l'emploi. Arrivés sur les lieux, nous développons le flacon et détachons le bouchon de liège. Nous engageons le flacon dans une armature métallique spéciale, qui est lestée de plomb, et nous descendons l'appareil à la profondeur voulue. A ce moment nous tirons sur le bouchon, afin que le remplissage puisse s'effectuer. Nous retirons l'appareil et bouchons le flacon avec le liège, le plus aseptiquement possible.

En ce qui concerne les coquillages, nous en prélevons 6 ou 10 suivant la méthode employée, et nous enfermons le lot dans un sac caoutchouté, pour le transport au laboratoire. Dans cette étude, les échantillons ont été examinés aussitôt les prélèvements, il n'a donc pas été nécessaire d'effectuer le transport dans la glace.

Ce matériel arrivé en bon état au laboratoire, nous allons pouvoir effectuer nos recherches, et tout d'abord la numération du *B. coli*.

Pour cela deux méthodes ont cours dans nos laboratoires : toutes les deux sont dérivées de celle de Vincent (phénol et température à 42°) et sont plus ou moins adaptées.

1°) MÉTHODE AU BOUILLON PHÉNIQUÉ PEPTONÉ DOUBLE : Méthode Diénert (officielle au Service du Contrôle sanitaire).

Bouillon phéniqué :

Peptone.....	60 grs
Na cl	20 grs
Eau.	1.000 grs

Faire dissoudre au bain-marie. Neutraliser à $\text{Ph} = 7,8$. Porter à l'autoclave 10 minutes à 100° . Laisser refroidir et filtrer sur filtre mouillé à l'eau bouillante.

Ajouter par litre 60°e de solution de phénol à 4 %.

Stériliser 20 minutes à 120° .

Ce bouillon est réparti aseptiquement en flacons répartiteurs, à raison de 50°e par matras.

La numération du *B. coli* est basée sur l'appréciation de l'Indol, produit au cours d'une incubation de 18 heures à $41^\circ 5$.

On procède ainsi :

On prend un matras répartiteur contenant 50°e de bouillon. On y ajoute suivant la pollution présumée de l'eau :

1°) soit 50°e d'eau à étudier,

2°) soit 10°e d'eau à étudier + 40°e d'eau stérile.

Dans les deux cas, on mélange et l'on répartit en 10 tubes stériles, à raison de 10°e par tube.

On peut aussi, dans le cas d'eau peu polluée, mélanger 10°e de l'eau et 10°e de bouillon, puis répartir en 4 tubes de 5°e chacun.

Dans tous les cas on porte à l'étuve à $41^\circ 5$ pendant 48 heures.

Appréciation des résultats : Dans chaque tube, on verse quelques gouttes du réactif suivant :

Hcl commercial. 90°e

Sol. nitrite de soude à 1 % 10°e

Agiter le tube : En cas de présence de *B. coli*, on obtient une coloration rouge due à la formation de

nitroso-indol. Si la coloration n'est pas très nette, rassembler dans 1^{cc} d'alcool amylique. *On a par convention 1 coli par tube.*

DONC : a) cas des ensemencements à 50^{cc},

$$\text{on a } \frac{1 \times n \times 1000}{50} = n \times 20$$

Par exemple, avec 2 tubes à coloration rose, on a 40 *B. coli* au litre.

b) cas des ensemencements à 10^{cc},

$$\text{on a } \frac{1 \times N \times 1000}{10} = n \times 100$$

Il y a un certain intérêt à doser la quantité d'indol formé; on opère de la façon suivante; on prépare une :

Gamme de l'Indol : On utilise une solution d'indol à 1/10.000, et l'on prépare l'échelle suivante :

	sol. Indol	eau dist.
1/20.000	5 ^{cc}	5 ^{cc}
1/50.000	2 ^{cc}	8 ^{cc}
		total 10 ^{cc}
1/100.000	1 ^{cc}	9 ^{cc}
1/200.000	0 ^{cc} 5	9 ^{cc} 5

(Cette gamme se conserve plusieurs mois.)

On opère comme indiqué plus haut pour les cultures. et on fait un dosage colorimétrique classique.

Avec un peu d'habitude, on diagnostique très bien à l'œil les intensités de coloration (1/50.000, 1/100.000, 1/200.000).

Nota. — On opère en général avec deux témoins : l'un

négatif avec bouillon sans culture, l'autre avec une culture sélectionnée de coli.

Ensemencement des coquillages : On enseme un coquillage par tube, et on fait en général 6 tubes.

Préparation du matériel d'ensemencement : Ouvrir le coquillage aseptiquement avec un scalpel flambé, dilacerer le corps dans son eau intervalvaire.

Verser le liquide obtenu dans un tube stérile, après avoir flambé le bord du coquillage par où l'on va verser.

Addition de bouillon : Ajouter aseptiquement un volume égal au volume du liquide de l'huître : on emploie un bouillon de formule analogue au précédent, mais *non phéniqué* : car dans le cas d'ensemencement de coquillage le coli ne donne pas de résultats réguliers avec le bouillon phéniqué (le bouillon de repiquage, lui, est phéniqué).

Porter à l'étuve à 41°5 pendant 48 heures. Pour obtenir la réaction de l'Indol, on est obligé de repiquer : en effet, le glycogène du foie des mollusques contrarie cette production d'indol.

Repiquage : On dilue le bouillon phéniqué dans un égal volume d'eau stérile. On en répartit 10^{cc} dans autant de tubes que l'on avait d'échantillons de mollusques (6 en général).

On enseme chaque tube de la nouvelle série avec quelques gouttes provenant d'un tube de l'ancienne.

On reporte 48 heures à l'étuve et on fait la réaction de l'indol comme précédemment.

Si l'on a n tubes qui ont cultivé, sur 6 tubes par exemple :

$$\frac{(6 - n) 100}{6}$$

exprimera le coefficient de pureté pour 100 mollusques examinés.

2°) TECHNIQUE BACTÉRIOLOGIQUE POUR LA COLIMÉTRIE DU D^r TEISSONNIÈRE : Cette méthode a été mise au point à l'occasion de l'étude de l'épuration des moules souillées : car là, ce n'est plus comme pour les eaux de boisson : on trouve jusqu'à 10.000 coli par litre; les corps de mollusques en renferment alors jusqu'à 100.000; au contraire l'eau d'épuration contient 20 *B. coli* par litre.

Il fallait donc :

1°) Pouvoir compter de 10 à 100.000 *B. coli* en une seule opération.

2°) Révéler dans cette opération un certain nombre de caractères permettant de déterminer le *B. coli*.

On emploie, comme milieu de culture, l'eau peptonée (Poulenc) et phéniquée. On obtient ainsi facilement la constance du milieu. Il faut une alcalinisation rigoureuse. Ph = 7,2.

Milieu	{	Peptone.	30 grs
		Na cl	5 grs
		Eau.	1.000 grs
		Acide phénique crist.	0 gr. 90

Ajuster à Ph = 7,2 [(1) : méthode rapide], et distribuer en tubes à raison de 15^{cc}.

(1) Méthode rapide pour ajuster à Ph : 7,2. Employer comme indicateur le rouge de phénol, qui vire du jaune au rouge de ph : 6,8 à ph : 8,4. Dans une plaque à godets, verser le milieu + 1 ou 2 gouttes d'indicateur, l'eau peptonée étant en général acide; l'indicateur prend une coloration jaune. Ajouter de la soude normale (4 %) par portions de 1 ou 2 cc. et, après chaque addition, verser dans un des godets un peu de bouillon + indicateur. Quand la couleur commence à passer à l'orange, on est vers ph : 7,0. Quelques 1/10 de cc. de soude en plus et le milieu sera sensiblement à ph : 7,2.

Ensemencement. Matériel : Chaque échantillon de coquillages comprend $10/2 = 5$ unités. Du fait des décisions de la Conférence internationale, fixant à 10 le nombre de coquillages d'un échantillon, on opère sur deux lots de 5 qui sont mélangés pour l'analyse.

Les coquillages sont ouverts avec les précautions d'usage et vidés dans un verre à pied stérile, puis ils sont hachés au ciseau, dans leur eau intervalvulaire. Le mélange est filtré sur une gaze stérile : *c'est le filtrat qui estensemencé.*

Pour chaque échantillon, il estensemencé 10^{cc} de filtrat (9,66 exactement) répartis en 21 tubes ainsi qu'il suit :

6 tubes à 1^{cc}	= 6^{cc}
6 — $0^{\text{cc}}5$	= 3^{cc}
6 — $0^{\text{cc}}1$	= $0^{\text{cc}}6$
6 — $0^{\text{cc}}01$	= $0^{\text{cc}}06$
9 ^{cc} 66	

Les dilutions à 0,1 et 0,01 sont facilement obtenues par passage de 1^{cc} dans des tubes préparés d'avance et contenant 9^{cc} d'eau physiologique.

Culture : 24 heures d'étuve à 42° .

Lecture et interprétation des résultats : Le caractère sur lequel est basé la détermination du *B. coli* est la production de l'Indol. La répartition proposée permet la numération entre 100 et 100.000 *B. coli* au litre. Il n'est pas tenu compte des premières séries si tous les 6 tubes sont positifs. Ne sont considérés comme positifs que les tubes qui ont donné une réaction colorée franche en moins de 5 minutes.

Il n'est pas nécessaire de tenir compte, dans la pré-

paration du milieu, de l'apport en chlorures du matériel ensemencé. Ceux-ci n'entravent en rien la culture du *B. coli*. De même la quantité de glycogène introduite (même dans les tubes les plus chargés, c'est-à-dire avec 1^{cc} de matériel) est insuffisante pour masquer la production de l'indol. Aussi peut-on le rechercher directement et sans repiquage, ce qui fait gagner 24 heures.

TABLEAU DE CALCUL RAPIDE

Premier cas. — Tous les tubes cultivent, sans série complète : l'ensemencement étant de 10^{cc}, chaque tube positif correspond à 100 *B. coli* par litre.

Deuxième cas. — La première série complète : l'ensemencement étant alors de 4^{cc}, chaque tube positif correspond à 250 *B. coli* par litre.

Troisième cas. — Les deux premières séries complètes : l'ensemencement étant alors de 0^{cc}66, chaque tube positif correspond à 1.665 *B. coli* par litre.

Quatrième cas. — Les trois premières séries complètes : l'ensemencement étant alors de 0^{cc}06, chaque tube positif correspond à 16.666 *B. coli* par litre.

Pour les eaux de mer : Nous employons la même technique en faisant varier le taux de l'ensemencement suivant la présomption de pureté ou d'impureté des échantillons à examiner. soit par exemple pour une eau présumée pure :

$$\begin{array}{rcl}
 12 \text{ tubes à } 5^{\text{cc}} & = & 60^{\text{cc}} \\
 12 \text{ — } 3^{\text{cc}}33 & = & 40^{\text{cc}} \\
 \hline
 & & 100^{\text{cc}}
 \end{array}$$

ce qui permet la numération de moins de 10 à 300 *B. coli* par litre.

Ou pour une eau présumée souillée :

$$\begin{array}{rcl}
 6 \text{ tubes à } 5^{\text{cc}} & = & 30^{\text{cc}} \\
 6 \text{ — } 2^{\text{cc}} & = & 12^{\text{cc}} \\
 6 \text{ — } 1^{\text{cc}} & = & 6^{\text{cc}} \\
 6 \text{ — } 0^{\text{cc}}5 & = & 3^{\text{cc}} \\
 \hline
 & & 51^{\text{cc}}
 \end{array}$$

qui permettra la numération de 20 à 2.000 *B. coli* par litre.

On peut faire varier ces rapports suivant les cas, et construire des tableaux de calcul rapide comme nous l'avons fait précédemment.

Le docteur Teissonnière signale que sa méthode partant du mélange de 10 unités permet de rapporter les résultats au volume de l'unité moyenne du lot, ou, comme pour les eaux potables, au litre, ce qui lui semble moins arbitraire. Firth-Wells (U. S. A.) déclare, d'après ses expériences, que la numération du *B. coli* pratiquée sur le mélange de 5 huitres paraît donner des résultats plus conformes à la vérité que la numération par unité.

Mais il faut toujours se demander quelle est l'exactitude de la Bactériologie quand elle veut chiffrer !

Voyons donc rapidement quels sont les avantages et les inconvénients des deux méthodes.

Disons tout d'abord qu'en ce qui concerne les eaux,

les deux méthodes ont été comparées dans divers laboratoires, et qu'elles ont donné des résultats sensiblement parallèles. Les chiffres obtenus avec la méthode Teissonnière sont en général un peu plus élevés; nous pensons que ceci est dû à la moindre quantité de phénol du bouillon.

Il n'a pas été possible de faire la même expérience avec les mollusques, puisque les résultats obtenus ne sont pas comparables.

Le gros inconvénient de la première méthode, c'est que l'on ait 1 ou 1.000 *B. coli* par mollusque, le résultat est identique : on risque donc de déclarer insalubres des animaux très purs. C'est cependant la seule méthode couramment employée pour les huîtres. Mais là, les conditions sont un peu spéciales. En effet nous suivons régulièrement des parcs qui sont dans des conditions de salubrité satisfaisante, on arrive donc à un coefficient de pureté très élevé. Dès que les résultats sont plus mauvais que la moyenne habituelle, nous nous rendons sur les lieux afin de découvrir la cause de pollution. Et, avec cette manière d'opérer, les examens de laboratoire, et cette méthode en particulier, rendent les services que l'on attend d'eux. Par contre, dans les autres cas, cette méthode n'est pas assez souple.

Cependant, elle présente pratiquement l'avantage de consommer moins de bouillon et d'utiliser moins de verrerie.

Nous avons vu que le gros avantage de la méthode Teissonnière est de pouvoir fournir le chiffre de *B. coli* par litre, dans les analyses de coquillages. D'autre part, elle est très souple puisqu'elle permet de numérer en une seule fois de 100 à 100.000 *B. coli* au litre. Enfin, elle permet un gain de temps énorme.

Nous avons dit qu'elle avait comme inconvénient de consommer une plus grande quantité de bouillon et d'utiliser plus de tubes, mais ce sont là inconvénients minimes. Du fait de ses avantages, c'est elle que nous avons utilisée pour nos recherches.

Nous avons eu un moment l'idée d'effectuer notre étude en faisant nos cultures sur un milieu solide. Là, en effet, la concurrence vitale ne peut jouer puisque les germes poussent isolément. Et nous avons fait quelques essais comparatifs qui nous ont donné des résultats satisfaisants. Nous n'avons pas utilisé le milieu de Salles, mais nous nous sommes adressé au milieu préconisé par Fleury. Ce milieu comporte une telle proportion de gélose et de gélatine qu'il est liquide à 42° et solide à 30°. Ainsi, nous ensemençons l'eau sur un milieu momentanément liquide, qui aussitôt se solidifiant permet une culture en milieu solide.

De plus la culture s'effectue à basse température (25 30°) et sans addition d'antiseptiques.

Voici la formule du milieu :

Peptone.	30 grs
Lactose.	15 grs
Gélose.	15 grs
Gélatine.	60 grs
Sel marin.	5 grs
Eau.	900 grs

Après dissolution et neutralisation, clarifier au blanc d'œuf, filtrer et ramener à 900^{cc}.

Ajouter une solution contenant :

Rouge Congo	2 grs
Lessive de soude.	1/2 ^{cc}
Eau distillée	100 ^{cc}

Mélanger. Répartir en plaques de Roux, à raison de 15^{cc} par plaque. Stériliser à 105° pendant une demi-heure.

Au moment du besoin, faire liquéfier au bain-marie à 42° Ensemencer aseptiquement avec une pipette stérile l'eau à examiner. Laisser solidifier horizontalement. Mettre à l'étuve à 25-30° et examiner au bout de 48 à 60 heures.

Les colonies de *B. coli* apparaissent très nettement sous forme de taches d'un beau bleu clair sur fond rouge groseille. Les colonies de *B. typhique* se détachent très nettement en rouge foncé, mais sont plus petites que celles du *B. coli*.

En plus de l'avantage d'opérer sur milieu solide, cette méthode permet donc de mettre en évidence le *B. typhique*.

Néanmoins, nous ne l'avons pas employée, afin de nous servir des méthodes utilisées dans tous les laboratoires de l'Office et d'obtenir ainsi des chiffres pouvant servir partout.



A côté de cette numération du *B. coli*, nous avons effectué dans notre étude, de nombreux dosages chimiques afin de voir s'il y avait un rapport entre la pollution et la teneur de l'eau en chlorures, en matières organiques, en oxygène dissous et avec les variations du Ph.

DÉTERMINATION DU PH

La méthode utilisée est la méthode colorimétrique. L'eau de mer ayant une teneur élevée en *Na Cl*, la déter-

mination obtenue avec les échelles de Clark et Lubs serait entachée d'une erreur. Aussi employons-nous la méthode de Clendon-Gault et Mulholand.

Nous utilisons comme indicateur le rouge de crésol (de Ph 7,50 à 8,30) en solution alcoolique à 1 %, et comme mélange tampon le mélange acide borique + borate de soude et nous opérons sur 30^{cc}. La solution d'acide borique contient 0,3 M d'acide borique et 2,25 % de *Na cl*, celle de borate 0,075 M de borate de soude et 1.9 % de *Na cl*. Elles sont corrigées pour une salinité de 31.25 ‰, soit 17,7 de *Cl* par litre. On ajoute 0^{cc}3 de solution d'indicateur pour 30^{cc} de solution.

Voici un résumé du tableau :

Acide borique	+	borate	Ph
22,2		7,8	7,6
19,8		10,2	7,8
17,4		12,6	8,00
16,2		13,8	8,1
14,85		15,15	8,2 etc...

Pour une teneur de l'eau de mer en chlore de 13,9 ‰ augmenter de 0,05, pour une teneur de 21.5 diminuer de la même quantité. (Pour la précision de nos mesures, cette correction est négligeable.)

SALINITÉ :

EXPRESSION DE LA SALINITÉ D'UNE EAU DE MER

La salinité *S* représente en Océanographie le poids total en grammes des sels dissous dans 1 kilogramme d'eau de mer. La mesure de la salinité devrait donc en

principe consister en la détermination directe de ce poids par évaporation complète du solvant. « Mais c'est une opération longue et délicate » qui ne serait pas pratiquement réalisable pour chaque détermination de salinité. Les recherches océanographiques ont montré qu'il y avait une constance assez remarquable dans la proportion des divers éléments. Aussi peut-on ramener la mesure de la salinité au simple dosage de l'ion le plus abondant, l'ion chlore (titrage facilement exécutable à l'aide de $\text{No}^3 \text{Ag}$). La chloruration Cp est le poids de chlore en grammes contenu dans un kilogramme d'eau de mer. On peut exprimer la teneur en chlorures de l'eau par le poids de chlore en grammes Cy contenu dans un litre. Mais pour une expression précise, il est nécessaire d'indiquer la température de l'eau au moment du titrage. Si ce dernier est effectué à 20° , on peut à l'aide de la formule empirique suivante obtenir Cp :

$$Cp = 0,008 + 0,998 Cy - 0,01228 Cy^2$$

et une fois Cp connu on peut déterminer Sp , soit à l'aide des tables de Knudsen, soit à l'aide de la formule :

$$Sp = 0,03 + 1,805 Cp$$

Pour l'eau de mer de salinité normale, cette méthode ne laisse subsister qu'une très légère indétermination (1).

Mais des précautions nombreuses sont nécessaires pour obtenir ces résultats avec une précision comparable

(1) Il y a intérêt à caractériser l'eau de mer par une valeur en liaison directe avec la salinité totale. On peut donc employer des procédés de dosage qui s'adressent aux variations de ses propriétés physiques :

Densité (aérométrie) méthode réfracto-métrique, conductivité électrique. Des formules ou des tables donnent la teneur en ion cl (cf. Chauchard).

à celle demandée en océanographie. La méthode employée nécessite l'étalonnage de la solution de nitrate d'argent, à l'aide d'une solution de chlorure de sodium titrée pondéralement, cet étalonnage et le titrage de l'eau analysée étant faits successivement avec des liqueurs en équilibre de température.

En ostréiculture, cette précision ne pourrait être que difficilement obtenue et pour éviter toute confusion et donner aux résultats une expression pratique, la salinité est exprimée en grammes de *NaCl* par litre.

On pourra obtenir rapidement la salinité totale (approximative) en multipliant la teneur en *Cl* par litre par le coefficient 1,811 :

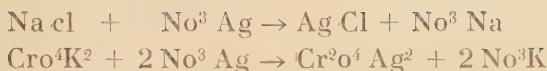
$$S \text{ tot.} = n \text{ grs Cl} \times 1,811$$

Dosage des chlorures : Nous employons la méthode classique de dosage du chlore par le nitrate d'argent, en présence de chromate de potassium comme indicateur (Méthode de Mohr).

Solutions nécessaires :

Solution de chromate neutre de potasse à 10 %. Solution titrée de nitrate d'argent *N* à 17 grs par litre : 1^{cc} de cette solution correspond à 0.00355 de chlore et à 0.00585 de chlorure de sodium.

Pratique du dosage : 2^{cc} d'eau de mer exactement mesurés sont dilués dans une masse d'eau distillée de 30^{cc} à 40^{cc}. On ajoute 2 ou 3 gouttes de la solution de chromate et on fait couler la solution de nitrate d'argent contenue dans une burette, en ayant soin d'agiter constamment le liquide. Le terme de la réaction est indiqué par le virage du chromate au rouge brique.



Cette dernière réaction ne se produit pas si la liqueur est acide ou alcaline, aussi faut-il que le milieu soit neutre et pauvre en matières organiques. En cas de prélèvements d'eaux douteuses, il faut donc neutraliser par du carbonate de chaux précipité pur (exempt de chlorures), décantier une partie de l'eau traitée et opérer sur celle-ci le dosage.

Soit n la quantité de solution de $\text{No}^3 \text{Ag}$ versée pour déterminer le virage, la teneur en chlorures pour 1 litre :

$$x = n \times 0,00585 \times 500 = n \times 2,925$$

Afin de fixer les idées, *donnons quelques chiffres* concernant la teneur en chlorures de prélèvements opérés dans la rade de Saint-Malo et aux environs. En effet, il faut bien distinguer entre ceux opérés en période de mauvais temps et ceux qui sont effectués pendant la belle saison.

Pendant l'hiver et le début du printemps, on observe en général un abaissement de salinité. Au milieu de la rade les prélèvements effectués à marée basse et par 2 mètres de fond ont donné les résultats suivants, comme teneur en chlorures :

Dinard — La Vicomté	: de 29,5 à 31,2
Pointe des Corbières	: de 29,8 à 31,6
Au Plateau de Rance	: de 29,8 à 31,2
A Cancale, à l'extrémité de la jetée	: de 30,2 à 31,7

Durant la même époque, plusieurs prélèvements opérés aux environs des Iles Chausey accusaient une salinité

de : 32,46, 32,46, 32,17, 32,46 (Chauchard), c'est-à-dire une salinité absolument normale.

Nous sommes donc en présence d'une dessalure légère qui semble dûe à l'immixtion d'eaux douces venant du littoral et que le courant n'a pas eu le temps de diluer dans les eaux de profondeur.

Durant la belle saison, la salinité remonte nettement :

Dinard — La Vicomté :	de 32,2 à 32,5
Saint-Servan :	de 32,17 à 32,46
Cancale :	32,4

D'autre part, Fischer a constaté une chose curieuse. En été, le maximum de salinité est atteint au moment de la mer basse et le minimum à mer haute. Par exemple :

<i>Mer haute</i> :	7 heures	35,1 (salinité totale)
	9 —	35,4 —
	11 —	35,6 —
<i>Mer basse</i> :	13 —	35,6 —
	15 —	35,4 —
	17 —	35,3 —
	19 —	35,2 —

Et il ne lui a pas été possible d'expliquer ce fait !

En résumé, dans la rade de Saint-Malo et aux environs, durant la belle saison, nous sommes en présence d'une eau de salinité normale.

POUVOIR RÉDUCTEUR

Le dosage de la matière organique a pour objet, dans l'analyse des eaux douces, de déceler l'arrivée d'infiltra-

tions suspectes. Dans les eaux de mer, la matière organique a différentes origines; elle provient des écoulements littoraux, mais également de la multiplication des êtres dans le milieu marin. Pour Freundler, « la mer est une solution colloïdale de matière organique vivante ou morte, qui évolue périodiquement dans un sens déterminé ». « Une partie de l'azote combiné se trouve à l'état de solution colloïdale de matière organisée, de ce qu'on pourrait appeler le plancton soluble. »| « Ces corps organiques sont caractéristiques du milieu marin, ils entrent dans le cycle général de la vie. Ils subissent une évolution perpétuelle : synthétisée grâce à la photosynthèse, la matière organique se transforme, se complique ou se dégrade suivant des processus variés ! » (Chauchard).

Comme il est impossible de distinguer entre la matière organique et organisée, à moins de procéder à des manipulations compliquées, cette recherche présente un moindre intérêt. Nous avons néanmoins effectué un certain nombre de recherches à ce sujet pour essayer de saisir l'amplitude des variations dûes probablement d'une part au déplacement des vases littorales riches en matières organiques, et d'autre part aux perturbations apportées dans le plancton.

Comme nous connaissons mal la nature et la teneur des composés organiques dissous dans l'eau de mer, il ne peut s'agir d'un dosage, mais d'une mesure. Par pouvoir réducteur d'une eau de mer, il faudra donc comprendre la quantité de permanganate détruit par un échantillon donné dans des conditions définies et constantes, qui vont être précisées.

Technique : On ne peut employer, comme pour les eaux douces, le permanganate en milieu acide, car le

chlorure de sodium réagissant sur l'acide sulfurique donnera de l'acide chlorhydrique qui consommera du permanganate et ce serait une cause d'erreur considérable.

On peut y parer en opérant en milieu alcalin (Méthode de Schulze-Trommsdorff), mais d'autres inconvénients surgissent : le pouvoir oxydant est affaibli du fait qu'il y a formation de bioxyde de manganèse : 2 molécules de $MnO^4 K$ ne libèrent plus que 3 atomes d'oxygène au lieu de 5 en milieu acide : l'oxydation de la matière organique risque donc d'être incomplète. D'autre part, on évalue la quantité de permanganate consommé en traitant l'échantillon par un excès et en dosant cet excès par l'acide oxalique en présence de $SO^4 H^2$; dans cette dernière opération, l'erreur due aux chlorures ne va-t-elle pas se manifester ? Ruppin ne le pense pas : l'action du corps réducteur utilisé pour le dosage décompose le permanganate avant que *Hcl* ait le temps d'agir. Nous sommes en effet en présence de MnO^2 colloïdal et il agit plus rapidement sur l'acide oxalique ou l'ion ferreux employé que sur *Hcl* :



Le sel de Mn^{++} formé réagit à son tour avec MnO^4- pour redonner MnO^2 (Zimmermann). En l'absence d'ions manganoux ou de MnO^2 ou si leur concentration était trop faible, le peroxyde intermédiaire qui se forme en fait dans les réactions précédentes donnerait de l'ion ferrique et de l'O qui agirait sur *Hcl*.

En dépit de ces inconvénients, c'est cette méthode de dosage en milieu alcalin qui est généralement employée par les océanographes (Natterer, Petersen, Giral, Pereira).

Mode opératoire : Les échantillons d'eau de mer sont d'abord filtrés sur filtres Durieux de qualité courante, correspondante aux filtres Berzelins de qualité 00, ce qui élimine presque tout le plancton vivant et les particules inertes en suspension, tout en laissant passer les molécules dissoutes et les micelles à l'état d'hydrosol.

On met 100^{cc} d'eau filtrée dans un matras; on y ajoute 1^{cc} d'eau sodée (en poids, 1 de soude caustique pour 2 d'eau) et 10^{cc} (davantage si l'eau est très réductrice) d'une solution de permanganate de potasse, titrée de façon que 1^{cc} de cette solution fournisse 0 gr. 00008 d'oxygène. Comme nous opérons en milieu alcalin, la solution doit contenir pour 1 litre d'eau le tiers d'un centième de moléculegramme de permanganate :

$$\frac{158,3}{100} \times \frac{1}{3} = 0 \text{ g. } 527$$

Plonger rapidement le matras dans un bain-marie à 100°, l'y laisser 10 minutes. Refroidir brusquement vers 50°. Ajouter 10^{cc} d'une solution d'acide oxalique équivalente à celle du permanganate (1 de solution décimorale d'acide oxalique et 5 d'eau) et 5^{cc} d'une solution contenant en poids 1 d'acide sulfurique pour 5 d'eau. L'excès de permanganate non consommé est décoloré par l'acide oxalique; on mesure cette quantité de permanganate en mesurant la quantité d'acide oxalique détruit et ce résultat s'obtient en dosant au permanganate l'acide oxalique restant. Pour ce dosage final, on emploie la même solution qu'au début, équivalente par conséquent à celle d'acide oxalique. Cette lecture donne sans aucun calcul la quantité de permanganate détruit par l'eau de mer.

Le pouvoir réducteur sera donc égal au nombre de cc. consommés de la solution de $MnO^4 K$.

Et, comme pour la salinité, nous allons fournir quelques données relatives à notre région :

Des recherches effectuées par Chauchard au cours de croisières en Manche à bord du « Pourquoi-Pas », il résulte que le pouvoir réducteur des eaux de mer est susceptible de variations allant :

De 10 à 14 en période de beau temps;

De 15 à 30 par mauvais temps.

A Saint-Servan, sur des échantillons récoltés en rade, il semble que la moyenne se tient aux environs de 12 avec valeur extrême 9 et 19, à condition que l'on s'éloigne vers le large, pour échapper à l'influence des déversements littoraux.

Le pouvoir réducteur est très stable en période de beau temps, non seulement pour un point, mais même pour la région. Par contre, par mauvais temps, il est très variable. De plus il est maximum en morte-eau : ces deux faits s'expliquent par la présence des vases.

Des chiffres analogues sont fournis par les eaux puisées au large, à Cancale. Par contre, les eaux des bassins d'expédition utilisés par les ostréiculteurs donnent des chiffres beaucoup plus élevés (de 21 à 55) : et ceci est dû au brassage des vases littorales par la vague qui déferle.

Fischer signale que ce pouvoir varie avec la marée, le minimum s'observerait à marée basse et le maximum serait atteint à un certain moment variant de l'heure de la haute mer à deux heures plus tard. Il a noté le même jour :

12 au début du jusant,

11 à mer basse,

13 à mer haute.

Le même auteur signale qu'il faut noter des différences appréciables suivant la profondeur :

A 0 m.....	11
5 m.....	10,5
10 m.....	12,5
15 m.....	13,5

Le pouvoir réducteur augmenterait donc avec la profondeur, pour la raison qu'en surface l'oxydation plus facile opère un commencement de minéralisation.

Au contraire, pour Chauchard, l'action de la marée ne serait pas très forte. D'autre part, il aurait constaté une diminution du P. R. avec la profondeur, sauf si l'on se trouve au-dessus de vases ou d'algues.

Enfin, si l'on ne s'adresse pas à ce qu'il appelle « l'eau littorale normale », on constaterait de grosses variations du P. R. d'un point à un autre. Ces variations étant sous l'influence :

1°) Des vases : celles-ci augmentent le pouvoir normal;

2°) De l'action des algues : les algues produisent des matières organiques dissoutes, cette production étant en rapport avec la photosynthèse puisqu'on ne la constate pas la nuit. Donc la photosynthèse augmente le pouvoir réducteur en Rance et le long de la côte.

3°) Des apports terrigènes : comme il était à prévoir, les égouts, les eaux de ruissellement, les rivières augmentent le pouvoir réducteur.

OXYGÈNE DISSOUS

(Travaux de Morren en 1884 à Saint-Servan, de Lévy à Langrune, de Legendre à Concarneau, de Fischer, de Chauchard à Dinard).

Nous avons employé la méthode classique de Lévy et Morboutin. Pour doser avec exactitude l'oxygène contenu dans une eau, il faut effectuer le dosage immédiatement après la prise d'eau. On emploie une pipette spéciale à deux robinets, dite pipette d'Albert Lévy, et dont la contenance intérieure entre les deux robinets est voisine de 108^{cc}. On emplit complètement la pipette avec l'eau à analyser, soit V le volume connu. On fait entrer en combinaison l'oxygène de cette eau, en introduisant dans la pipette un volume connu de sulfate de fer ammoniacal en excès, en présence d'un alcali. Puis, on revient en milieu acide où l'oxyde de fer se dissout. On dose le sulfate de fer non transformé à l'aide d'une solution titrée de bichromate de potassium.

Solutions nécessaires :

1 solution de So^4H^2 à volumes égaux,

1 solution de KoH à 10 %,

1 solution de bichromate $\frac{\text{N}}{50} = 0 \text{ g. } 983$ de sel par litre,

1 solution de sulfate de fer am :

$$\frac{4 \text{ N}}{50} = 31 \text{ g. } 36$$



eau distillée 1 litre

1 solution de ferri cyanure de K à 1 %.

Mode opératoire : 1°) Remplir la pipette d'eau à analyser (par aspiration).

2°) Verser 2^{cc} de So^4H^2 au 1/2 dans un vase dans lequel on trempera l'extrémité inférieure de la pipette.

3°) Verser 2^{cc} de la solution de potasse à 10% dans l'entonnoir supérieur. Introduire. Laver. Sécher.

4°) L'entonnoir étant bien séché, on y verse 4^{cc} de la solution de sulfate de fer ammoniacal. Introduire dans la pipette. Il se précipite de l'oxyde ferreux dont une partie proportionnelle à la quantité d'oxygène dissous dans l'eau passe à l'état d'oxyde ferrique. On enlève la pipette de son support et on la fait tourner une dizaine de fois de façon à bien mélanger le sulfate de fer avec l'eau. On remet sur le support et on laisse 10 minutes en contact. A ce moment tout l'oxygène a été absorbé par l'oxyde ferreux.

5°) Verser dans l'entonnoir supérieur 2^{cc} d'acide sulfurique au 1/2; l'acide descend seul en raison de sa densité et redissout à l'état de sulfate l'oxyde ferreux et l'oxyde ferrique et empêchera ainsi par la suite l'oxydation du sulfate ferreux par l'oxygène de l'air.

6°) Quant le précipité est dissous, on place la pipette au-dessus d'une fiole conique, on ouvre le robinet inférieur et l'on recueille le contenu de la pipette dans la fiole.

On rince l'appareil avec l'acide sulfurique contenu dans le godet inférieur, puis avec de l'eau distillée, et on reçoit tous ces liquides dans la fiole.

7°) Doser ensuite le contenu de la fiole avec une solution de bichromate de potasse N/50 en présence de ferri-cyanure de potassium comme indicateur, et en employant le procédé de la touche. Soit LA^{cc} , la quantité de solution

à ajouter. Faire un nouveau dosage avec 100^{cc} d'eau acidifiée et 4^{cc} de sulfate de fer. Soit LR^{cc} la quantité de bichromate à ajouter. Nous avons en mmgrs d'O par litre :

$$x = \frac{(LR - LA) \times 0,16 \times 1.000}{(V - 6)}$$

Ce titrage final au bichromate étant peu pratiqué, nous avons employé à la fin de notre étude la technique indiquée par Chauchard qui permet le retour à l'emploi du permanganate.

Dans le cas de l'eau de mer, il emploie au lieu de So^4H^2 une solution renfermant : 67 grs de sulfate de manganèse crist., 138^{cc} d'acide phosphorique de densité 1,7, et 130^{cc} de So^4H^2 concentré de densité 1.82, étendue à litre. So^4Mn empêche l'oxydation de Hcl . On a :



Avec une concentration en ion manganoux trop faible, on aurait Hcl jouant le rôle de récepteur et une partie de Fe^{++++} servant à l'oxygéner :



Le rôle de l'ion manganoux est double : régler la vitesse des ions MnO_4^- et Fe^{++} et réduire l'ion Fe^{++++} (Manchot); l'acide phosphorique a pour rôle de faire disparaître la coloration jaune qui gênerait l'appréciation du virage.

Et voici, pour conclure, quelques chiffres :

De nombreux prélèvements effectués à Saint-Servan et à Cancale montrent :

Que la teneur en *O* dissous oscille entre 9 mg 5, 12 mg 4 avec des valeurs plus élevées en été.

Pour Fischer il y a une relation entre les variations de l'oxygène dissous et le phénomène de la marée.

La teneur passe par un minimum après la pleine mer en marée descendante et par un maximum à marée montante :

Mer haute :	7 heures	=	11,1
	9 —	=	10
	11 —	=	11,1
Mer basse :	13 —	=	11,1
	15 —	=	11,1
	17 —	=	11,7
Mer haute :	19 —	=	10,6

Par contre la teneur en *O* serait sans relation avec le temps d'insolation. Enfin les chiffres du P. R. et de l'*O* dissous sont grossièrement inverses les uns des autres.

Au contraire, pour Legendre et Chauchard, la teneur en oxygène est essentiellement sous la dépendance de la photosynthèse. Si le P. R. n'est influencé que par les algues proches, la teneur en *O* est bien plus sensible : on a une augmentation du chiffre du matin au soir avec chute pendant la nuit.

En morte-eau, le moindre renouvellement de l'eau y provoque une augmentation de *O* dissous. Celui-ci est maximum au printemps. Les variations comparées à celles du P. R. sont soit parallèles, soit inverses, suivant que les causes de variations concordent ou non ; « mais P. R. et *O* dissous sont certainement en relation intime ».

La diversité de ces avis autorisés montrent à quel point ces questions sont complexes.

CHAPITRE III

Etude d'une moulière salubre : La Passagère

Nos méthodes d'investigation étant décrites, nous allons les appliquer à l'étude d'une moulière salubre et voir quelle est la valeur des renseignements qu'elles peuvent nous fournir.

Mais alors comment fixer notre choix ? Nous avons été guidé par deux considérations : sa facilité d'accès, permettant de l'aborder sans difficulté en tous temps, sa proximité suffisante du rivage, afin qu'elle soit dans les meilleures conditions possibles pour subir les variations saisonnières.

Il nous fallait donc trouver une zone que l'enquête topographique nous indiquait comme *sûrement* salubre et dans cette zone une moulière suffisamment rapprochée du rivage. Après réflexion, nous avons fixé notre choix sur une moulière se trouvant dans la Rance : à la Passagère.

Et ici une objection se fait jour : la moulière se trouve en Rance, c'est-à-dire en rivière et non en mer. Nous allons voir que cette objection est sans valeur. En effet,

ce qui frappe tout d'abord, c'est l'énorme disproportion entre la portion maritime du cours de la Rance et la petitesse du cours d'eau correspondant. De plus, il ne faut pas oublier que la marée remonte pendant plus de 26 km. et que dans cette partie sa largeur varie de 200 mètres à plusieurs kilomètres.

Ainsi que l'a montré P. Morin (cité par Chauchard), la partie maritime de la Rance résulte d'un ennoyage de la partie inférieure de la vallée qui a été envahie progressivement par une transgression marine. La mer a pénétré en érodant les zones les plus tendres. Jusqu'à Mordreux (17 km. en amont) on a donc « un véritable bras de mer qui s'avancerait dans l'intérieur des terres » (Audouin et Milne-Edwards). Jusqu'à la pointe de Goro (12 km. en amont) le fond du lit principal est au-dessous de la cote 0 : il reste une quantité notable d'eau même aux plus basses mers.

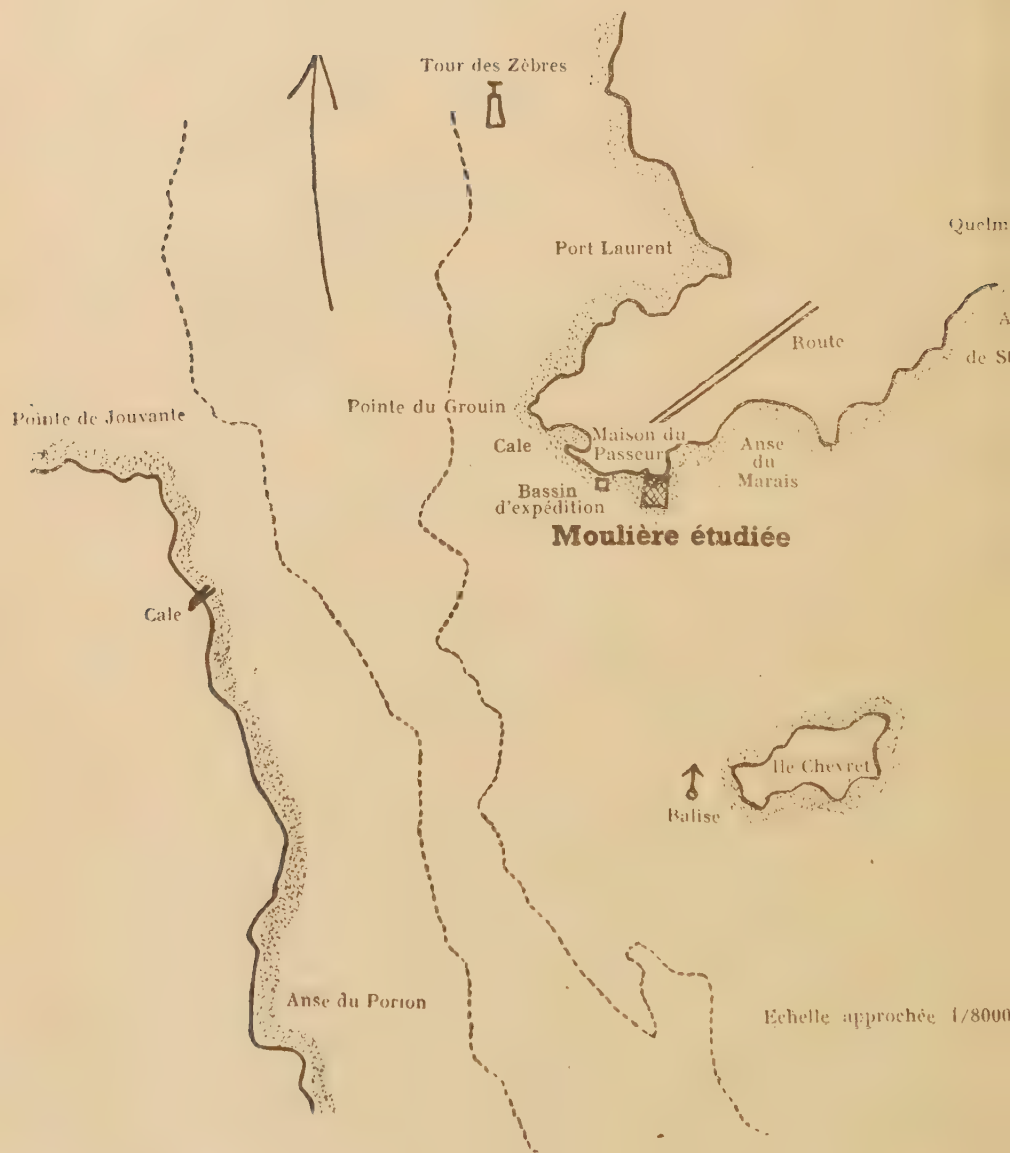
La salinité voisine celle de la mer, elle est normale jusqu'à 7 ou 8 km. en amont. La végétation englobe de nombreuses espèces d'algues marines, à l'exception des algues d'eaux saumâtres.

Nous pouvons donc dire que pratiquement nous sommes en mer.

Situons alors notre moulière et examinons quelles sont ses causes de pollution possibles.

Cette zone se trouve immédiatement après l'anse de Troctin et va jusqu'à la baie de Saint-Jouan. La côte est rocheuse et constituée par de petites falaises de 10 à 20 mètres. Ce n'est qu'au fond de l'anse de Saint-Hélier que la côte est plus basse. Le long du rivage, le jusant découvre des anses caillouteuses et vaseuses tandis que plus au large, dans le lit de la Rance, de grands bancs de sable affleurent autour de l'île Chevret.

La Passagère.



Comme l'indique le plan joint, la moulière étudiée se trouve sur les roches situées à la partie Sud de la pointe du Grouin, sous la maison du Passeur.

Pour cette zone, les causes de pollution sont de deux ordres :

Les causes générales.

Les causes locales.

En ce qui concerne les causes générales, nous avons tout d'abord celles qui sont dûes au déversement de la Rance canalisée. Sans parler de la distance de cette partie du fleuve de l'endroit étudié, il faut considérer que la quantité d'eau apportée est infime à côté des mètres cubes amenés par la marée ! Donc pas de pollution à redouter de ce côté.

En trouvons-nous davantage du fait de l'évacuation des eaux usées des villes de l'embouchure : Saint-Malo, Saint-Servan, Dinard. Dans une étude faite au laboratoire de l'Offie, MM. Jardin et Yzambart ont montré qu'au moment du flot, la pollution ne s'étend pas au delà d'une ligne pointe de la Brebis, pointe de la Briantais. En effet, des prélèvements d'eau effectués dans cette zone accusent une pollution de 0 à 200 *B. coli* au litre. Or cette ligne se trouve à plusieurs kilomètres de la région étudiée.

Si donc, nous n'avons rien à redouter des causes générales de pollution de la Rance, voyons s'il en est de même des causes locales. Seul un petit ruisseau débouche au fond de l'anse de Saint-Hélier, il alimente quelques lavoirs, mais il est d'un très faible débit. Un point plus douteux est situé près du village de Quelmer où se trouvent des étables, les égouts charrient purin et débris organiques qui descendent par des ruisseaux intermittents. Heureusement ces ruissellements débouchent en

TABLEAU I

N° d'ordre Date	Conditions des prélèvements
12/10/30 De 1 à 7	7 prélèvements en divers points du secteur étudié : à une profondeur de 1 m. ou 0,50 ; température 14° jusant 2 h. 1/2 ; vent Ouest ; mer agitée ; temps variable. 1 prélèvement effectué au fond de l'anse Saint-Hélier (près du ruisseau) a donné
9/6/32 De 8 à 13	6 prélèvements en divers points du secteur étudié : profondeur 0,50 ; température 16° ; mer basse ; vent Nord ; mer calme ; beau temps.
13/5/34 De 14 à 20	7 prélèvements en divers points du secteur étudié : profondeur 0,50 ; température 15° ; flot 2 h. 30 ; vent Nord ; mer calme ; beau temps.
28/10/34 De 21 à 24	4 prélèvements en divers points du secteur étudié : profondeur 0,25 ; temp. 14° ; jus. 4 h. ; vent Ouest ; mer calme ; temps variable.
28/2/35 De 25 à 35	10 prélèvements en divers points du secteur étudié : profondeur 0,30 ou 0,60 ; temp. 10° ; flot 2 h. ; vent N.-E. faible ; mer très agitée ; temps variable, giboulées.
18/5/35 De 35 à 38	4 prélèvements en divers points du secteur étudié : profondeur 0,50 ; temp. 14° ; flot 4 h. ; vent S.-O. faible ; mer calme ; temps variable.
29/10/36 De 39 à 46	8 prélèvements en divers points du secteur étudié : profondeur 0,50 ; temp. 13° ; 5 h. jusant ; vent S.-S.-O. faible ; mer calme ; beau temps, la veille petites pluies.
28/2/37 De 47 à 52	6 prélèvements en divers points du secteur étudié : profondeur 0,40 ; temp. 8° ; 2 h. jusant ; vent calme ; mer : courant rapide ; temps averses.

TABLEAU I

<i>B. coli</i> par litre	NaCl par litre	Autres dosages
0-0-0-20-0-40	32,4	
200	0,1	
0-0-0-0-20-20	23,2	
0-0-0-0-0-20-40	30,2	
0-0-20-40	31,4	
80-80-100-60-60-60- 100-140-20	26,7	Ph = 8
0-0-0-0	33,00	
0-400-500-600-600- 300-500-400	32,10	P. R. 24 M. Or. = 1,92 mg d'O.
500-800-600-500-500	30,42	P. R. 34 M. Or. = 2,72 mg d'O.

grève à une distance d'environ 600 mètres et sont immédiatement dilués dans une masse d'eau importante qui à mer basse gagne le chenal au large de la pointe.

L'examen topographique montre donc que notre choix était bon. la moulière sur laquelle nous avons jeté notre dévolu remplit donc bien les conditions requises.

D'ailleurs en recherchant dans les annales du Laboratoire, nous avons pu constater que les résultats de cet examen topographique étaient confirmés par l'examen au laboratoire de 8 séries de prélèvements d'eau, effectués dans le voisinage de la moulière. Ces prélèvements ayant été effectués pendant diverses années et à des époques différentes : 2 en février. 2 en mai. 1 en juin. 3 en octobre.

Ils se rapportent à un total de 52 échantillons.

Mais, avant de prendre connaissance du tableau, nous rappelons qu'il est nécessaire de se souvenir, comme nous l'avons déjà indiqué, que la salubrité des coquillages est compatible avec un taux de *B. coli* très supérieur à celui exigé pour les eaux potables. (Voir tableau I.)

Là s'arrêtent les résultats trouvés dans les archives. Ils suffisent à nous confirmer ce que nous pensions d'après les données topographiques. En effet, si les prélèvements n'ont pas été effectués d'une façon méthodique, il y en a eu toutefois de faits aux différentes époques de l'année, et ceci permet de saisir comment se comporte l'eau de la moulière suivant les différentes saisons.

Six séries de prélèvements nous donnent respectivement une moyenne de *B. coli* égale à : 10 *B. coli*, 7 *B. coli*, 8 *B. coli*, 15 *B. coli*, 0 *B. coli*, 76 *B. coli*, ce qui indique une pureté bactériologique très satisfaisante.

Deux séries donnent toutefois une moyenne beaucoup plus élevée : 460 *B. coli* et 580 *B. coli*.

Ces résultats s'expliquent par le temps pluvieux qui sévissait au moment des prélèvements, la quantité de chlorures trouvés dans la dernière série indique un net apport d'eau douce.

Remarquons d'ailleurs que pour les bassins ostréicoles de Cancale qui sont régulièrement suivis depuis de nombreuses années et dont la salubrité ne peut être mise en doute, les examens de laboratoire ont fourni des chiffres absolument comparables.

Muni de ces précisions, nous avons alors entrepris l'étude rationnelle de la moulière et des eaux qui la baignent. Elle a été suivie pendant deux ans, et il a été effectué 90 examens d'eau et 60 de mollusques.

Nous nous sommes proposé comme but de répondre aux questions suivantes :

Quelles sont les variations de la pollution de l'eau baignant une moulière donnée et placée dans des conditions non douteuses de salubrité ?

Quel est le degré de pollution, et quelles sont les variations de pollution des mollusques qui y vivent ?

Y a-t-il un rapport entre les variations de ces deux pollutions ?

Les variations sont-elles fonction des conditions météorologiques (pluies) ou sont-elles tout à fait fantaisistes ?

Y a-t-il un rapport entre les variations de pollution et les variations des éléments chimiques de l'eau : chlorures, matières organiques, oxygène dissous, *Ph*.

Enfin, en possession de ces données, est-il possible de fixer un standard bactériologique, et si oui, lequel (en

TABLEAU II

N° d'ordre	Date de prélèvement	LIEU DE PRÉLÈVEMENT	Provenance de l'eau	Profondeur	Température	MARÉE
						Heure C
53	28/4/37	Bassin d'expédition	Marée	fond	12°	5 h. jus.
54	—	A 50 m. du bassin en aval ..				
55	—	— du prélèvement n° 54				
56	—	— n° 55				
57	—	A 60 m. — n° 56				
58	—	A 50 m. du bassin en amont..				
59	19/5/37	Pointe du Grouin. Extrém té de la cale	Estuaire	fond	14°	fl. 1 h.
60	—	Pointe du Grouin				
61	—	En face la maison du passeur				
62	—	— et en amont				
63	14/6/37	Extrém. de la P ^{te} du Grouin.	—	fond	17°	3 h. jus.
64	—	En bas de la cale				
65	—	Près du bassin d'expédition ..				
66	—	En face la maison du passeur				
67	—	— l'île Chevreton				
68	29/9/37	Extrémité de la cale	—	3 m.	17°	déb. du fl.
69	—	Pointe du Grouin		1 m.		
70	—	Eau à l'Ouest de la moulière		1,50		
71	—	— Est —				
		(Sud maison du passeur)		2 m.		1 h. flot
72	—	Cale Est Villa Miramon		2 m.		
73	—	Près du Bassin		0,50		2 h. flot
74	30/10/37	Derrière la maison du passeur	Marée	1 m.	13°	jus. 5 h.
75	—	En face —				
76	—	Près du bassin Lorgeril				
77	—	A proximité de la cale				
78	20/12/37	Derrière la maison du passeur	Estuaire	1 m.	8°	jus. 4 h.
79	—	En face —		1 m.		
80	—	Près du bassin d'expédition ..		0,20		
81	—	A la cale		0,90		
82	17/1/38	Pointe Charmel, en face la maison du passeur	Marée	0,30	9°	5 h. jus.
83	—	Pointe Charmel, derrière la maison du passeur				
84	—	En face le bassin d'expédition				
85	—	Mi-distance entre 84 et 86 ..				
86	—	Extrémité de la cale				
87	29/1/38	Au bout de la cale	Estuaire	fond	7°	5 h. jus.
88	12/2/38	En face la maison du passeur	—	1 m.	10°	—
89	—	Extrémité de la cale				
90	26/2/38	En face la maison du passeur	Marée	1 m.	8°	5 h. jus.
91	—	Extrémité de la cale				
92	8/3/38	A proximité de la cale	—	—	10°	—
93	26/3/38	En face la cale	—	—	10°	—
94	26/3/38	— la maison du passeur				

TABLEAU II

Vent	Etat de la mer	TEMPS		Ensemencement	B. coli p. l.	INDOL			Bact. Putr.	NaCl p. l.	MAT. ORG			B. coli sans les indols faibles
		Jour Veille												
					50.000 ^e	100.000 ^e	200.000 ^e			P. R.	en mgrs d'O.	Ph		
O. léger	calme	beau	10 ^{cc}	200	0	2	0	0	32,76	28	2,04	8,1	200	
				0	0	0	0	0	—				0	
				100	0	0	1	0	—				0	
				100	1	0	0	0	32,17				100	
				400	1	1	2	0	31,88				200	
nul	calme	variable	100 ^{cc}	200	0	1	1	0	32,76				100	
				210	10	7	4	5	32,76				170	
				180	7	11	0	6	—				180	
				220	2	16	4	4	32,42				180	
				210	4	8	9	0	32,76				120	
N.	calme	b. b.	100 ^{cc}	20	0	0	2	1	32,46	28	2,04	8,2	0	
				0	0	0	0	0	32,17				0	
				0	0	0	0	0	32,16				0	
				40	2	0	2	0	32,46				20	
				0	0	0	0	0	32,46				0	
nul	calme	b. b.	10 ^{cc}	0	0	0	0	0	32,46	25	2,00		0	
				100	1	0	0	0	—				100	
				300	0	1	2	0	—				100	
				200	1	0	1	0	32,76				100	
				500	1	2	2	1	—				300	
O. léger	calme	pl. var.	10 ^{cc}	300	0	2	1	0	—				200	
				200	2	0	0	0	31,29	37	2,56	8,1	200	
				400	4	0	0	0	31,59				400	
				500	3	2	0	0	30,71				500	
				0	0	0	0	0	31,00				0	
E. fort	calme	variable	10 ^{cc}	800	3	5	0	2	30,42	27	2,16	8,1	800	
				900	4	5	0	0	30,71				900	
				500	0	2	3	1	30,42				200	
				400	0	2	2	0	30,12				200	
				100	0	0	1	0	31,88	28	2,24	8,2	0	
p. pr. nul	calme	p. b.	10 ^{cc}	0	0	0	0	0	32,46				0	
				400	0	4	0	1	31,05				400	
				0	0	0	0	0	31,59				0	
				200	1	1	0	0	32,46				200	
				100	0	1	0	0	30,12	32	2,56	8,2	100	
S.-O.	houle	v. t. p.	10 ^{cc}	300	0	2	1	0	31,58				200	
				0	0	0	0	0	—	42	3,36		0	
				300	1	2	0	0	—				300	
				500	3	1	1	1	30,71	32	2,56		400	
				0	0	0	0	0	—				0	
N.-O.	calme	variable	10 ^{cc}	200	1	1	0	0	31,59	34	2,72	8,0	200	
				0	0	0	0	0	—				0	
				0	0	0	0	0	—				0	
				0	0	0	0	0	—				0	
				0	0	0	0	0	—				0	
N.-E.	calme	b. v.	10 ^{cc}	0	0	0	0	0	—	42	3,36		0	
				300	1	2	0	0	—				300	
				500	3	1	1	1	30,71	32	2,56		400	
				100	1	1	0	0	31,59	34	2,72	8,0	200	
				0	0	0	0	0	—				0	
nul	calme	b. v.	10 ^{cc}	500	3	1	1	1	30,71	32	2,56		400	
				10 ^{cc}	200	1	1	0	0	31,59	34	2,72	8,0	200
				0	0	0	0	0	—				0	
				0	0	0	0	0	—				0	
				0	0	0	0	0	—				0	
O. fort	un peu agitée	p. b.	10 ^{cc}	200	1	1	0	0	31,59	34	2,72	8,0	200	
				10 ^{cc}	0	0	0	0	0	—				0
				0	0	0	0	0	—				0	
				0	0	0	0	0	—				0	
				0	0	0	0	0	—				0	

TABLEAU II (Suite)

N° d'ordre	Date de prélèvement	LIEU DE PRÉLÈVEMENT	Provenance de l'eau	Profondeur	Température	MAR
						Heure
95	12/4/38	Près de la cale	Marée	1 m.	10°	5 h. jus
96	—	— du bassin d'expédition		0,30		
97	—	A 100 m. du précédent				
98	—	En face la maison du passeur		1 m.		
99	—	Derrière —				
100	20/4/38	Extrémité de la cale	Marée	1 m.	12°	5 h. jus.
101	—	En face la maison du passeur		0,35		
102	10/5/38	— —	—	1 m.	14°	5 h. jus
103	—	A l'extrémité de la cale				
104	30/5/38	Extrémité de la cale	Marée	1 m.	12°	5 h. jus
105	—	Mi-dist. entre prél ^{ent} 104 et 106				
106	—	Près du bassin d'expédition ..				
107	—	En face la maison du passeur				
108	—	Derrière —				
109	16/6/38	A la cale	Marée	1 m.	16°	5 h. jus
110	—	Près du bassin d'expédition ..		0,40		
111	—	En face la maison du passeur		1 m.		
112	28/6/38	A la cale	—	1 m.	18°	—
113	—	En face la maison du passeur				
114	30/7/38	Extrémité de la cale	Marée	1 m.	20°	—
115	—	Bassin d'expédition		0,40		
116	—	En face la maison du passeur		1 m.		
117	23/8/38	Extrémité de la cale	—	1 m.	20°	—
118	—	En face la maison du passeur				
119	7/9/38	Extrémité de la cale	—	1 m.	20°	—
120	—	Près du bassin d'expédition ..		0,40		
121	—	En face la maison du passeur		1,50		
122	—	Derrière —		1,50		
123	18/10/38	Extrémité de la cale	Marée	1,50	15°	2 h. fl.
124	—	En face la maison du passeur				
125	5/12/38	Extrémité de la cale	—	1 m.	10°	5 h. jus
126	—	Près du bassin d'expédition ..		0,20		
127	—	Mi-distance entre 126 et 128 ..				
128	—	En face la maison du passeur		1 m.		
129	—	Derrière —		1 m.		
130	30/12/38	Extrémité de la cale	—	1 m.	8°	—
131	—	En face la maison du passeur	—	—	—	—
133	7/1/39	Extrémité de la cale	Marée	1 m.	7°	5 h. jus
134	—	Bassin d'expédition		0,20		
135	—	En face la maison du passeur		1 m.		
136	27/1/39	Extrémité de la cale	—	1 m.	7°	—
137	20/2/39	— —	—	1 m.	8°	—
138	—	Bassin d'expédition		0,50		
139	27/3/39	Extrémité de la cale	Marée	1 m.	7°	5 h. jus
140	—	En face la maison du passeur				

TABLEAU II (Suite)

Vent	Etat de la mer	TEMPS		Ensemencement	INDOL			Bact. Putr.	MAT. ORG		Ph		B. coli sans les indols faibles
		Jour Veille			B. coli p. l.	50.000 ^e	100.000 ^e	200.000 ^e	NaCl p. l.	P. R.	en mgrs d'O.		
-N.-O.	calme	b.	b.	10 ^{cc}	0	0	0	0	31,60			8,2	0
					0	0	0	0	—				0
					0	0	0	0	—				0
					0	0	0	0	—				0
					0	0	0	0	—				0
nul	calme	b.	b.	10 ^{cc}	0	0	0	0	31,60	26	2,08	8,1	0
					0	0	0	0	—				0
-E. faib.	calmé	b.	b.	10 ^{cc}	0	—	—	—	31,59				0
					0	—	—	—	31,88				0
-N.-O.	houle	variable et pluies		10 ^{cc}	0	—	—	—	32,76	24	1,92	8,1	0
					0	—	—	—	32,46				0
					0	—	—	—	32,76				0
					0	—	—	—	32,46				0
					100	0	1	0	32,46				100
E. brise	calme	b.	b.	10 ^{cc}	0	—	—	—	32,76	25	2,00	8,2	0
					0	—	—	—	32,46				0
					0	—	—	—	32,76				0
-S.-E.	agitée	av.	var.	10 ^{cc}	100	0	0	1	31,59	26	2,08	8,2	0
					300	0	0	3	31,29				0
nul	calme	b.	b.	10 ^{cc}	0	—	—	—	31,59	25	2,00		0
					0	—	—	—	32,46				0
					0	—	—	—	32,76				0
O. brise	calme	pl.	pl.	10 ^{cc}	200	0	1	1	31,88				100
					400	2	1	1	31,59				300
O.	calme	pl.	pl.	10 ^{cc}	300	0	2	1	32,76	28	2,24	8,1	200
					800	2	5	1	2				700
					200	1	0	1	—				100
					1000	6	2	2	32,46				800
O.	calme	b.	b.	10 ^{cc}	700	1	4	2	32,17	35	2,80	8,1	500
					400	1	3	0	31,88				400
S.	calme	b.	b.	10 ^{cc}	100	0	0	1	31,88	40	3,20		0
					0	—	—	—	31,59				0
					700	4	1	2	3				500
					0	—	—	—	31,29				0
					200	0	0	2	0				0
-O.	calme	variable		10 ^{cc}	0	—	—	—	32,46	22	1,76	8,0	0
					100	0	1	0	32,46	37	2,96		100
O. fort	houle	tempête et pluies		10 ^{cc}	800	3	5	0	2	23,40			800
					600	2	4	0	1	24,57			600
					700	2	4	1	2	23,98			600
-O.	f. houle	pluies		10 ^{cc}	1000	3	6	1	0	25,15		8,1	900
O.	lég. ag.	b.	b.	10 ^{cc}	0	—	—	—	26,03				0
					100	0	1	0	26,03				100
O. fort	calme	tempête et pluies		10 ^{cc}	200	0	1	1	0	26,03		8,2	100
					100	1	0	0	26,03				100

TABLEAU III

		COQUILLAGES PR		
N° d'ordre	Date de prélèvement	LIEU DE PRÉLÈVEMENT	Nombre	Désignation
1	28/4/37	En face la maison du passeur.....	10	Moules
2	—	Derrière —	—	—
3	19/5/37	En face —	—	—
4	—	Derrière —	—	—
5	14/6/37	En face —	—	—
6	—	Derrière —	—	—
7	29/9/37	En face —	—	—
8	—	Derrière —	—	—
9	30/10/37	En face —	—	—
10	—	Derrière —	—	—
11	20/12/37	En face —	—	—
12	—	Derrière —	—	—
13	7/1/38	En face —	—	—
14	—	Derrière —	—	—
15	17/1/38	En face —	—	—
16	—	Derrière —	—	—
17	29/1/38	En face —	—	—
18	—	Derrière —	—	—
19	12/2/38	En face —	—	—
20	—	Derrière —	—	—
21	26/2/38	En face —	—	—
22	—	Derrière —	—	—
23	8/3/38	En face —	—	—
24	8/3/38	Derrière —	—	—
25	26/3/38	En face —	—	—
26	—	Derrière —	—	—
27	12/4/38	En face —	—	—
28	—	Derrière —	—	—
29	20/4/38	En face —	—	—
30	—	Derrière —	—	—
31	10/5/38	En face —	—	—
32	—	Derrière —	—	—
33	30/5/38	En face —	—	—
34	—	Derrière —	—	—
35	16/6/38	En face —	—	—
36	—	Derrière —	—	—
37	28/6/38	En face —	—	—
38	—	Derrière —	—	—
39	30/7/38	En face —	—	—
40	—	Derrière —	—	—
41	23/8/38	En face —	—	—
42	—	Derrière —	—	—
43	7/9/38	En face —	—	—
44	—	Derrière —	—	—
45	18/10/38	En face —	—	—
46	—	Derrière —	—	—

TABLEAU III

Provenance de l'eau	Température	Etat intérieur des coquillages	<i>B. coli</i>	<i>B. coli</i> sans les indolis faibles	Bact. Putr.	INDOL			Ensemencement
						1/50.000	1/100.000	1/200.000	
Estuaire	12°	Bien dégorgés	600	500	4	4	1	1	10 ^{cc}
—	—	—	800	600	5	4	2	2	—
—	14°	—	1000	900	1	6	3	1	—
—	—	—	700	500	2	3	2	1	—
—	17°	—	200	200	0	1	1	0	—
—	—	—	400	300	1	2	1	1	—
—	17°	—	800	600	5	4	2	2	—
—	—	—	1100	900	5	7	2	2	—
—	13°	—	900	600	6	5	1	3	—
—	—	—	1200	1000	7	8	2	2	—
—	8°	—	1250	750	1	2	1	2	4 ^{cc}
—	—	—	1250	1000	2	1	3	1	—
—	7°	—	700	300	0	0	3	4	10 ^{cc}
—	—	—	1000	750	1	0	3	1	4 ^{cc}
—	9°	—	900	600	2	1	5	3	10 ^{cc}
—	—	—	1250	1000	4	1	3	1	4 ^{cc}
—	7°	—	1100	1000	3	6	4	1	10 ^{cc}
—	—	—	1500	750	0	0	3	3	4 ^{cc}
—	10°	—	1250	1250	0	1	4	0	4 ^{cc}
—	—	—	2250	1250	3	4	1	4	—
—	8°	—	1650	1650	1	1	0	0	0 ^{cc} 66
—	—	—	1750	1500	3	2	4	1	4 ^{cc}
—	10°	—	1750	1500	0	4	2	1	4 ^{cc}
—	—	—	750	750	0	2	1	0	—
—	10°	—	500	500	2	1	1	0	4 ^{cc}
—	—	—	500	500	0	0	2	0	—
—	10°	—	400	400	2	3	1	—	10 ^{cc}
—	—	—	300	300	0	2	1	—	—
—	10°	—	250	250	1	0	1	0	4 ^{cc}
—	—	—	0	0	0	0	0	0	—
—	14°	—	800	700	1	7	0	1	10 ^{cc}
—	—	—	600	600	0	6	0	0	—
—	12°	—	3250	3000	1	6	6	1	4 ^{cc}
—	—	—	3250	2750	1	7	4	2	—
—	18°	—	0	0	0	—	—	—	10 ^{cc}
—	—	—	600	200	3	0	2	4	—
—	18°	—	900	700	2	7	0	2	10 ^{cc}
—	—	—	300	200	0	2	0	1	—
—	20°	—	500	300	0	1	2	2	10 ^{cc}
—	—	—	400	400	1	1	3	0	—
—	20°	—	800	600	2	2	4	2	—
—	—	—	800	600	2	2	4	2	—
—	20°	—	1200	600	3	4	2	6	—
—	—	—	300	100	2	0	1	2	—
—	15°	—	1000	700	5	2	5	3	—
—	—	—	500	0	5	0	0	5	—

TABLEAU III (Suite)

N° d'ordre	Date de prélèvement	LIEU DE PRÉLÈVEMENT		COQUILLAGES	
				Nombre	Désignation
47	5/12/38	En face la maison du passeur.....		10	Moules
48	—	Derrière —		—	—
49	30/12/38	En face —		—	—
50	—	Derrière —		—	—
51	7/1/39	En face —		—	—
52	—	Derrière —		—	—
53	28/1/39	En face —		—	—
54	—	Derrière —		—	—
55	20/2/39	En face —		—	—
56	—	Derrière —		—	—
57	27/3/39	En face —		—	—
58	—	Derrière —		—	—

tenant compte évidemment des observations faites dans notre premier chapitre) ?

Avant de communiquer nos résultats, notons que les prélèvements d'eau ont été effectués comme il est indiqué dans les méthodes générales et que les lots de mollusques (10 chaque fois) ont été prélevés toujours exactement au même endroit et à la même heure de marée. (Voir tableaux II et III.)

En possession de ces éléments, et afin d'y voir plus clair, nous avons alors dressé des graphiques :

1°) L'un pour les variations de pollution des eaux : en prenant la moyenne des chiffres de *B. coli* fournis par tous les prélèvements d'un même jour.

2°) Un autre pour les variations de pollution des moules : en prenant aussi la moyenne des prélèvements d'un même jour. Notons que nous n'avons pas tenu

TABLEAU III (Suite)

Provenance de l'eau	Température	Etat intérieur des coquillages	<i>B. coli</i>	<i>B. coli</i> sans les indols faibles	Bact. Putr.	INDOL			Ensemencement
						1/50.000	1/100.000	1/200.000	
Estuaire	10°	Bien dégorgés	600	400	3	2	2	2	—
—	—	—	1100	900	3	2	7	2	—
—	8°	—	800	800	—	2	6	1	10 ^{cc}
—	—	—	1500	750	—	0	3	3	4 ^{cc}
—	7°	—	900	900	2	3	6	0	10 ^{cc}
—	—	—	2000	2000	0	6	2	0	4 ^{cc}
—	7° 5	—	1300	1300	3	11	2	0	10 ^{cc}
—	—	—	3000	3000	0	7	5	0	4 ^{cc}
—	8°	—	500	300	1	2	1	2	10 ^{cc}
—	—	—	700	500	0	3	2	2	—
—	7°	qqs. mal dég.	2000	1750	1	5	2	1	4 ^{cc}
—	—	—	2000	1500	2	5	1	2	—

compte du résultat du 30/5 : 3,250 *B. coli*, qui nous paraît inexplicable et qui semble dû à un accident.

3°) Enfin nous avons construit un dernier graphique représentant l'inverse de la teneur en chlorures multipliée par 1.000. Nous verrons plus loin quel est l'intérêt de cette courbe.

Des tableaux II et III, nous avons donc tiré le tableau suivant qui nous a permis de construire nos courbes :

De l'examen de ces graphiques ainsi que de celui des chiffres des tableaux, nous allons essayer de tirer des conclusions nous permettant de répondre aux questions que nous nous sommes posées.

La pollution de l'eau de la moulière (exprimée en *B. coli* au litre), varie de 0 à 1.000 *B. coli* avec une moyenne de 247 *B. coli*. La pollution est la plus faible en été et la plus forte au printemps.

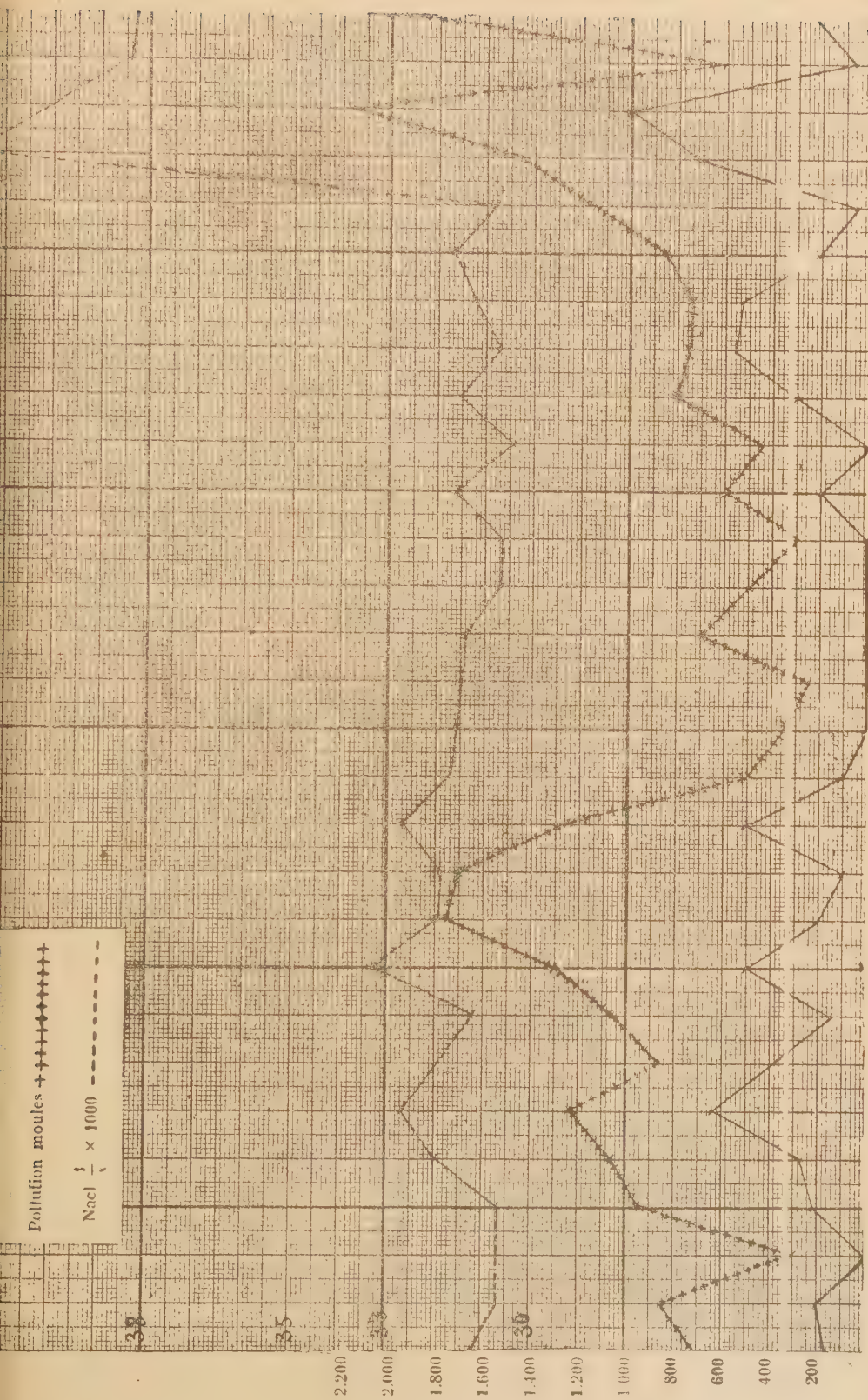
DATES DES PRÉLÈVEMENTS	B. COLI DES EAUX*	B. COLI DES MOULES	NaCl 1/N × 1000
28/4	170	700	31,2
19/5	200	850	30,7
14/6	12	300	30,7
29/9	230	950	30,7
30/10	275	1050	32,0
20/12	650	1250	32,7
7/1	»	850	»
17/1	140	1075	31,2
29/1	500	1300	33,3
12/2	200	1750	31,7
26/2	150	1700	»
8/3	500	1250	32,7
26/3	100	500	31,7
12/4	0	350	31,6
20/4	0	125	31,6
10/5	0	700	31,5
30/5	20	3250	30,7
16/6	0	300	30,7
28/6	200	600	31,7
30/7	0	450	30,4
23/8	300	800	31,5
7/9	575	750	30,7
18/10	550	750	31,2
5/12	200	850	31,7
30/12	50	1150	30,7
7/1	700	1450	41,6
27/1	1000	2150	40,0
20/2	50	600	38,4
27/3	150	2000	38,4

La pollution des moules varie, elle, de 125 *B. coli* à 2.150 *B. coli* au litre, avec une moyenne de pollution égale à 950 *B. coli*. Les pollutions les plus faibles se trouvent en été et les plus fortes au printemps, de fin janvier à mars.

L'examen des graphiques montre que, *grosso modo*,

Pollution moultes ++++++

$\text{NaCl } \frac{f}{i} \times 1000$ -----



28/4 19/5 14/6 29/9 30/10 20/12 7/1 17/1 29/1 12/2 26/2 8/3 26/3 12/4 20/4 10/5 30/5 16/6 28/6 30/7 23/8 7/9 18/10 5/12 30/12 7/1 29/1 20/2 20/3 27/3

les pollutions des moules et des eaux sont proportionnelles. Evidemment, le parallélisme n'est pas absolu, mais l'allure générale est la même dans les deux courbes. Dans tous les cas le nombre de *B. coli* trouvés dans les moules est plus élevé que dans l'eau et ceci s'explique par le fait que la moule filtrant une grande quantité d'eau joue le rôle de condensateur d'impuretés.

Les saisons exercent une nette influence sur le degré de pollution. Et ceci est encore plus sensible avec les moules qu'avec l'eau. En effet, comme nous venons de le dire, la moule joue le rôle d'accumulateur d'impuretés, ses variations de pollution sont donc moins rapides que celles des eaux. Elle représente donc mieux la physionomie de la pollution d'une époque donnée, elle est plus durable et ce fait explique les parties de courbes du 29/1 au 26/3 et du 18/10 au 30/12. En effet, pendant ces périodes, la pollution de l'eau subit de brusques variations tandis que celle des moules se maintient élevée et suit même une courbe ascendante. Nous voyons sur cette courbe des moules que, pendant le cours de l'année, les différentes teneurs en *B. coli* s'inscrivent toujours au-dessous de 1.000, tandis qu'entre janvier et mars cette pollution peut s'élever à 2.100 ! Et la cause est facile à découvrir. En effet c'est le moment où tous les riverains répandent des engrais sur leurs champs, afin d'entreprendre la culture de la pomme de terre. A la moindre pluie, une grande quantité de *B. coli* est donc entraînée dans le fleuve.

L'examen des graphiques montre enfin qu'il existe un certain parallélisme entre l'inverse de la teneur en chlorures et le nombre de *B. coli* de l'eau (nous avons multiplié l'inverse par 1.000 afin d'avoir deux chiffres avant la virgule). Et ceci s'explique bien en effet par le fait

que les apports d'eau douce qui font baisser la teneur en sel de l'eau de mer, amènent avec eux des impuretés contenant du *B. coli*.

A part la chute extrême à 23 grs, et correspondant aux teneurs en *B. coli* de 1.000 pour l'eau et de 2.150 pour les mollusques, la teneur en chlorures oscille généralement entre 31 grs et 33 grs, ce qui est tout à fait conforme à ce que nous disions au chapitre des méthodes générales et ce qui confirme le fait que la salinité de la Rance est tout à fait normale.

Le pouvoir réducteur ou teneur en matières organiques n'a pas été reporté sur le graphique. En effet, nous ne trouvons aucun rapport entre ses variations et la teneur en colibacille. Rappelons pour mémoire que nous l'avons vu osciller entre P. R. = 24 = 1 mg. 92 d'O et P. R. = 42 = 3 mg. 36 d'O avec une moyenne de P. R. = 30 = 2 mg. 40 d'O.

Ces oscillations et cette moyenne sont comparables aux chiffres que nous avons indiqués dans les généralités.

En ce qui concerne le *Ph*, nous l'avons vu varier de 8 à 8.2. Le plus souvent il était égal à 8.1. Aussi nous n'avons pu en tenir compte, car c'est là une constance trop absolue.

Enfin, en ce qui concerne l'oxygène dissous, les variations enregistrées ont oscillé de 10 mg. 1 à 12 mg. 7. Cette amplitude de variation est absolument normale. La teneur en augmente avec la lumière et le beau temps, elle est peu influencée par la marée. Nous ne pouvons en tirer aucune conclusion pour notre étude (mais ceci confirme les assertions de Chauchard).

De tous les éléments chimiques examinés, seul le dosage des chlorures présente un certain intérêt. Il est

d'ailleurs toujours régulièrement pratiqué dans les laboratoires de l'Office.

En possession de toutes ces données, nous est-il possible de fixer un standard bactériologique ? Comme tous les auteurs qui se sont attaqués à cette question, cela nous semble difficile. Cependant en tenant compte des réserves formulées et compte tenu des résultats obtenus, nous allons proposer un chiffre raisonnable.

Et, en réfléchissant, il nous semble utile de fixer plutôt deux standards. En effet, pratiquement, deux sortes de problèmes se posent :

1°) Si nous étudions une moulière pendant un certain laps de temps, l'examen de tous les chiffres trouvés nous fournit une moyenne de pollution qui est en somme la caractéristique de ce gisement. Et il est nécessaire de pouvoir comparer ce chiffre à un chiffre équivalent de la moulière type.

2°) D'autre part, si nous examinons un seul lot de coquillages, il est nécessaire de se servir d'un standard plus élevé, car si nous admettions comme terme de comparaison le chiffre moyen trouvé pour la moulière type, nous serions trop sévères; en effet ce serait admettre implicitement que notre moulière de la Passagère n'est salubre que pendant la moitié de l'année, ce qui est faux.

Puisque le gisement étudié est salubre, il faut donc prendre comme standards :

Dans le premier cas, la moyenne de tous les chiffres trouvés comme nombre de *B. coli*, soit 950 *B. coli*, ou, en arrondissant : 1.000 *B. coli* au litre.

Dans le deuxième cas, le chiffre le plus élevé trouvé, soit 2.150 ou, en arrondissant : 2.000 *B. coli* au litre.

Mais ce second chiffre nous paraissant un peu élevé,

nous admettrons qu'entre 1.500 et 2.000 *B. coli*, les coquillages peuvent être considérés comme douteux.

Si nous regardons nos graphiques, nous voyons que nous n'avons que 4 résultats compris entre ces deux chiffres et vraiment dans ce cas-là nous estimerions être trop larges si nous n'admettions pas qu'il y ait une certaine pollution passagère de notre moulière (nous allons d'ailleurs reparler de cette pollution ultérieurement).

Donc les lots nous fournissant un chiffre de *B. coli* compris entre 1.500 et 2.000, seront considérés comme suspects, soit du fait d'une pollution passagère de la moulière, soit parce qu'ils viennent d'un gisement habituellement pollué. Au-dessus de 2.000 *B. coli* le lot sera impitoyablement rejeté comme provenant d'un lieu certainement pollué.

En raisonnant de la même façon pour l'eau, nous pouvons fixer comme chiffre moyen 250 *B. coli* au litre et comme maximum le chiffre de 1.000 *B. coli* au litre. Du fait de remarques analogues à celles que nous ont suggéré les mollusques, nous admettrons que de 600 à 1.000 *B. coli*, les eaux sont suspectes.

Au cours de notre étude, nous n'avons eu que trois résultats compris entre ces deux derniers chiffres. Ils correspondent aux pointes des mollusques et attirent par conséquent les mêmes commentaires.

L'étude de la moulière polluée, dont nous allons rendre compte dans le chapitre suivant, nous a d'ailleurs montré que les chiffres ci-dessus s'adaptaient parfaitement dans son cas aux données topographiques.

Notons toutefois que pour une moulière située nettement au large, ce chiffre serait trop élevé, mais nous l'avons fixé pour qu'il convienne à tous les cas. Remarquons d'ailleurs que le plus souvent les moulières ne se

trouvent pas placées au large mais dans ou près de l'embouchure des fleuves. Exemples : Banc du Ratier, dans la Seine; embouchure de la Vilaine, etc...

Enfin, signalons qu'en adoptant ce chiffre, nous sommes beaucoup plus sévères qu'à l'étranger. En effet, nous sommes loin des 10.000 *B. coli* au litre admis comme standard en Angleterre, Hollande, Etats-Unis. Nous sommes même au-dessous des chiffres obtenus après épuración à Conway (Pays de Galles).

Notre moulière, que nous considérons comme salubre, nous ayant fourni un chiffre élevé de *B. coli* dans 4 cas, nous nous sommes demandé si nous devions tenir compte des *B. coli* donnant une réaction d'indol faible. En effet, beaucoup d'auteurs considèrent que ces réactions indiquent la présence d'un *B. coli* d'une virulence très atténuée, ayant quitté depuis longtemps l'intestin et ayant vécu un certain temps dans l'eau en y perdant sa virulence. Nous avons donc recommencé nos graphiques en négligeant ces réactions.

En examinant ceux-ci et en les comparant aux précédents, nous constatons que les courbes obtenues sont sensiblement parallèles aux précédentes. Un seul fait notable. Pour deux séries de prélèvements, nous trouvons un plus grand nombre de *B. coli* dans l'eau que dans les moules ! Les deux courbes eau et moule sont donc moins parallèles que dans le cas précédent. Nous ne voyons aucun avantage à opérer de cette manière et c'est pour cette raison que nous n'avons pas publié les courbes obtenues. D'ailleurs avons-nous le droit d'affirmer que nous pouvons négliger les *B. coli* à indol faible et que pouvoir indologène et virulence sont parallèles ? D'autre part, pour être sûr que le taux de l'indol est fonction de la qualité du *B. coli* (et non de la quantité), il faudrait faire

une recherche sur une culture ensemencée en partant d'une colonie isolée sur milieu solide.

Pour Ejikmann, repris par Magalhaes, la solution serait de faire la culture à 46° pendant 24 heures. Dans ce cas, seuls les *B. coli* provenant de mammifères pousseraient ? Nous n'avons trouvé aucun renseignement complémentaire sur cette méthode. Mais nous noterons que le docteur Fleury dans sa thèse a montré que tous les animaux marins ne contenaient pas de *B. coli* !

Nous nous bornerons donc aux premières conclusions que nous avons tirées. Nous conserverons nos premiers standards, en tenant compte de tous les indols. Et nous allons voir, en étudiant une moulière insalubre, que les conclusions obtenues sont parallèles à celles fournies par le présent chapitre.

CHAPITRE IV

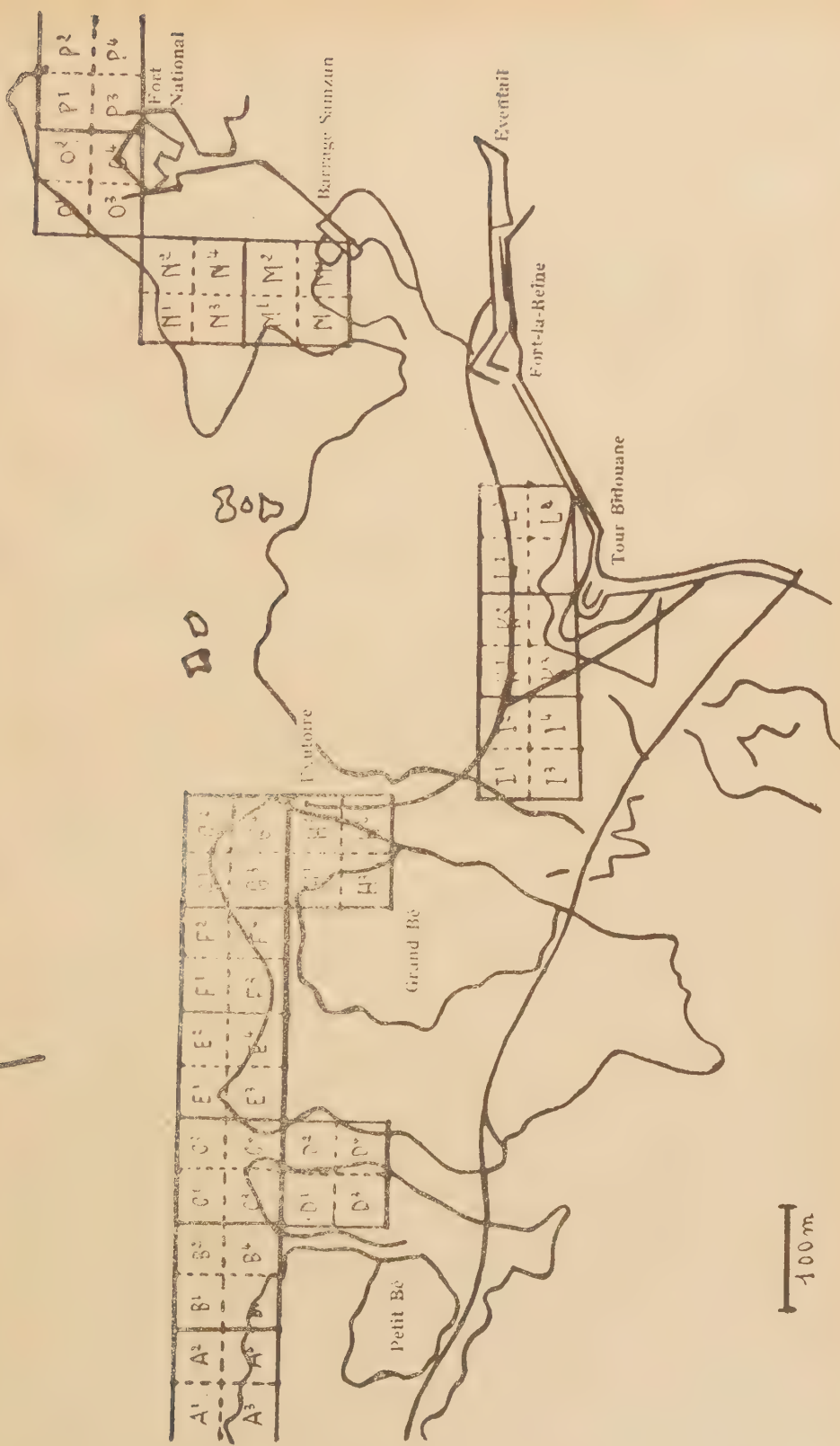
Etude d'une moulière polluée : Rochers voisins de l'égout de Saint-Malo

Parallèlement à l'étude précédente, nous avons étudié une moulière insalubre, afin de voir comment se comportaient, dans ce cas, les données bactériologiques.

Et nous avons eu la chance d'en trouver une à proximité du laboratoire et se trouvant dans les meilleures conditions possibles de pollution. Il s'agit de la moulière située sur les rochers entourant l'égout de Saint-Malo.

Voyons rapidement comment sont disposés les lieux : Si l'on se place sur le décor classique des remparts, qui ferment l'horizon du côté de la ville, nous avons à l'ouest les îlots du Grand Bé et du Petit Bé; à l'est les rochers où s'élève le fort National. Près des tours la Reine et Bidouane débouchent les deux égouts de la ville dont les tuyaux recouverts de ciment se réunissent peu après pour venir aboutir sur la côte du Grand Bé, au pied du tombeau de Chateaubriand. Entre le fort National et

1



l'Éventail se trouve un barrage destiné à conserver l'eau à marée basse, cette eau étant nécessaire à la conservation des crustacés se trouvant dans les bacs situés dans ce barrage.

Entre le fort National et le Grand Bé, le jusant découvre de nombreux rochers sur lesquels prospère la moulière. Malgré le fâcheux voisinage de l'exutoire, les moules s'y développent bien, surtout dans la partie entourant le fort National. Elles s'y reproduisent fort bien, puisqu'on y voit constamment de jeunes sujets. Contrairement à ce qu'affirme Belin, elles semblent donc très bien s'accommoder de ce voisinage peu agréable pour d'autres êtres vivants.

Pour faciliter les recherches, la moulière a été divisée en carrés de 100 mètres de côté : soit 1 hectare. Chacun de ces carrés est désigné par une lettre : A, B, etc. Pendant nos recherches nous avons été amené à désigner d'une façon encore plus précise l'endroit de nos prélèvements. Nous avons donc divisé chaque carré en 4 nouveaux carrés égaux et désignés avec la lettre de l'ancien carré portant en exposant 1, 2, 3, 4. Par exemple, le carré A a donné A1, A2, A3, A4.

Notre première étude nous ayant montré que les pollutions des eaux et des moules étaient sensiblement parallèles, ou tout au moins du même ordre de grandeur, nous n'avons prélevé que les moules. D'ailleurs les prélèvements d'eau étaient compliqués du fait qu'il était nécessaire pour les effectuer d'avoir un canot. D'autre part, l'étude de la pollution des eaux au jusant et au flot avait été faite par M. Jardin dans un précédent travail, publié par l'Office des Pêches. Voici quelles sont ses conclusions, ainsi que la moyenne des chiffres trouvés pour les diverses parties qui nous intéressent :

Au jusant, les flotteurs, placés à l'extrémité de l'exutoire, restent sur place et en deux heures ne sont entraînés que de 300 mètres dans la direction du nord. Il stagne une masse d'eau noirâtre qui s'étend jusqu'à une ligne joignant les masses rocheuses nord du Petit Bé à l'extrémité nord du Fort national.

Au point de vue pollution, la moyenne des prélèvements d'eau accuse :

A l'exutoire et en G : 600.000 *B. coli* au litre.

En A (au nord et contre les rochers du Petit Bé) : 400 *B. coli* au litre.

En A, plus au large : 300 et 100 *B. coli* au litre.

En E : plus de 1.000 *B. coli* au litre; au large de E : 400 *B. coli* au litre.

Entre F et G : plus de 1.000 *B. coli* au litre.

En K : 8.000 *B. coli* au litre.

En M : de 600 à 1.000 *B. coli*.

En N : à la pointe, 1.000 *B. coli*; dans l'anse au nord, 800 *B. coli*.

A la hauteur de O : 800 *B. coli*.

A la hauteur de la pointe nord du fort National : 500 *B. coli*.

Au delà de 800 mètres du point de départ, la pollution diminue rapidement; on trouve : 200-0, 200-0 *B. coli* au litre, si l'on s'éloigne par exemple dans la direction du nord-est.

Au flot : au moment du flot la masse des eaux polluées stationne donc toujours aux environs de son point de départ. Le courant de flot qui arrive, frôle les Bés, une partie s'engouffre avec les eaux-vannes entraînées, entre le Grand Bé et la tour Bidouane. Mais la plus grande partie de celles-ci remonte avec le courant le long des pentes ouest du fort National et se dirige vers le nord-est,

TABLEAU IV

N° d'ordre	Date de prélèvement	Désignation des carriés	LIEU DE PRÉLÈVEMENT
1	10/2/38	C	Petit Bé, rochers Est
2	—	B	— pointe Nord
3	—	E	Grand Bé, côté N.-O.
4	—	D	— Ouest, à hauteur Tour Bidouarne
5	—	L	Fort National, à hauteur château
6	—	N	— face Ouest, sous le fort ..
7	27/2/38	N	O. Fort National, face Fort-la-Reine
8	—	C	Dernier rocher N. à l'O. de la Grande Faille
9	—	A	N.-O. Petit Bé
10	—	A	— par église Saint-Servan ..
11	—	N	Fort National, côté Ouest
12	—	O	Pointe N. du Fort National
13	18/3/38		Grand Bé, côté Est
14	—	O	N.-O. Fort National
15	—	F	Au Nord du Grand Bé
16	—	O	Partie N. du Fort National
17	12/4/38	B	Petit Bé, côté Nord
18	—	C	— N.-E.
19	—	O	N.-O. du Fort National
20	—	O	1/2 dist. N. et S. Fort National
21	—	P	N.E. Fort National
22	26/4/38	A	Petit Bé, N.-O.
23	—	C	— N.-E.
24	—	D	— Grande Faille
25	—	L	N.E. Tour Bidouarne
26	—	O	Fort National, Nord
27	—	O	— Nord-Ouest
28	24/5/38	O	Extrémité N.-O. Fort National
29	—	O	— Nord
30	—	K	N.-O. de la Tour Bidouarne
31	—	au-delà de A	O. de la pointe avancée du Petit Bé
32	14/6/38	P	N.-E. Fort National
33	—	P	— bas de l'eau
34	18/6/38	P	N.-E. Fort National
35	—	O	Ouest
36	22/6/38	A	Extrémité N.-O. Petit Bé
37	—	D	Faille séparant Petit du Grand Bé
38	—	H	A l'Exutoire
39	—	K	Au Nord de la Tour Bidouarne
40	28/6/38	D	Petit Bé, côté Est de la Faille
41	—	C	— N.-E. au pied
42	—	B	— N.-O.
43	—	D	Grand Bé, côté Ouest de la Faille
44	1/7/38	O-1	
45	—	O-2	Partie N.-O. du Fort National

TABLEAU IV

LAGES PRÉLEVÉS		Provenance de l'eau	Température	Etat intérieur des coquillages	<i>B. coli</i>	INDOL			Bact. Putr.	Ensemencement
Origine						1/50.000	1/100.000	1/200.000		
es	Moulières nat.	Marée	9°8	bien dégorgées	200	0	2	0	2	10 ^{cc}
					6.600	0	1	3	1	0,66
					8.250	3	2	0	2	0,66
					800	0	5	3	0	10 ^{cc}
					400	2	2	0	2	10 ^{cc}
					1.250	2	2	1	3	4 ^{cc}
—	—	—	8°	—	1.500	3	1	2	2	—
					600	4	2	0	2	10 ^{cc}
					300	3	0	0	0	10 ^{cc}
					500	1	0	4	0	10 ^{cc}
					1.500	4	2	—	4	4 ^{cc}
					1.250	2	2	1	0	4 ^{cc}
—	—	—	7°5	—	1.500	4	2	0	0	4 ^{cc}
					200	0	2	0	0	10 ^{cc}
					incident de culture					
					1.500	2	0	4	0	4 ^{cc}
—	—	—	11°	mal dégorgées	800	4	4	0	0	10 ^{cc}
					200	2	0	0	0	10 ^{cc}
					1.500	2	4	0	0	4 ^{cc}
					800	4	4	0	0	10 ^{cc}
					800	0	4	4	0	10 ^{cc}
—	—	—	12°	qq. mal dégorg.	800	4	3	1	0	10 ^{cc}
					800	0	5	3	0	10 ^{cc}
					500	2	0	3	0	10 ^{cc}
					800	5	0	3	0	10 ^{cc}
					6.600	1	0	3	0	0,66
					3.300	1	0	1	0	0,66
—	—	—	15°	qq. mal dégorg.	1.250	0	5	0	2	4 ^{cc}
				—	1.250	2	3	0	2	4 ^{cc}
					800	0	8	0	8	10 ^{cc}
—	—	—	17°		500	1	3	1	1	10 ^{cc}
					300	2	0	1	3	10 ^{cc}
—	—	—	17°		700	5	1	1	2	—
					8.000	2	2	1	0	0,66
					16.500	1	0	0	0	0,6
—	—	—	17°		0	—	—	—	0	10 ^{cc}
					4.950	2	1	0	0	0,66
					100.000	4	2	0	3	0,06
					100.000	5	1	0	2	—
—	—	—	18°		0	—	—	—	0	10 ^{cc}
					0	—	—	—	0	—
					5.000	2	1	0	0	0,66
					0	—	—	—	0	10 ^{cc}
—	—	—	17°5		0	—	—	—	—	—
					200	0	0	2	1	10 ^{cc}

TABLEAU IV (Suite)

N° d'ordre	Date de prélèvement	Désignation des carrés	LIEU DE PRÉLÈVEMENT
46	—	O-3	
47	—	N-2	Fort National, à hauteur du Fort
48	—	N-4	
49	—	M-2	Fort National, à hauteur Samzun
50	—	M-3	
51	—	H-2 (Exutoire)	Exutoire
52	—	D-4	Partie Sud de la Faille
53	—	D-2	Entre les Bés
54	1/7/38	C-3	Partie N.-E. du Petit Bé
55	—	C-1	
56	—	B-2	Partie N. du Petit Bé
57	—	B-4	
58	7/9/38	A-1	
59	—	A-2	Extrémité N.-O. du Petit Bé
60	—	A-3	
61	—	B-2	Partie N. du Petit Bé
62	—	D-1	Partie Sud de la Faille, entre les Bés
63	—		Aux Ouvras
64	23/9/38		Les Planches
65	—		Partie Nord des Ouvras
66	—		— Sud —
67	—		Les Planches
68	—		Partie N. des Ouvras
69	5/10/38	I-2	Rochers près Tour Bidouarne
70	—	K-1	Au N.-O. de la Tour Bidouarne
71	—	L-2	Au N.-E. —
72	—	K-2	Au N.-O. —
73	—	L-5	Au N.-E. —
74	—	I-2	Rochers près Tour Bidouarne
75	20/10/38	B-3	Partie Nord du Petit Bé
76	—	A-1	Extrémité N.-O. du Petit Bé
77	—	A-2	
78	—	C-3	Partie N.-E. du Petit Bé
79	—	K-4	Au N.-O. de la Tour Bidouarne
80	22/10/38	O-2	Partie N.-O. du Fort National
81	—		Cale d'embarquement
82	—	O-4	Partie N.-O. du Fort National
83	—	P-3	— N.-E. —
84	3/11/38	F-3	N. du Grand Bé
85	—	G-1	Corne N.-E. du Grand Bé
86	—	E-1	Partie N.-O. —
87	—	E-3	
88	—	E	Rocher corne Ouest du Grand Bé
89	9/11/38		Les Planches
90	—	M-4	Fort National, à hauteur Samzun

TABLEAU IV (Suite)

LAGES PRÉLEVÉS		Provenance de l'eau	Température	Etat intérieur des coquillages	<i>B. coli</i>	INDOL			Bact. Putr.	Ensemencement
Origine						1/50.000	1/100.000	1/200.000		
					200	0	1	1	0	—
					400	0	2	2	1	—
					500	1	2	2	3	—
					800	4	1	3	2	—
					2.750	4	5	2	0	4 ^{cc}
					500.000	1	2	0	0	0,06
					400	1	1	2	3	10 ^{cc}
					800	2	5	1	2	—
—	—	17°5	qq. mal dégorg.		200	1	1	0	0	10 ^{cc}
					800	6	1	1	4	—
					10.000	1	5	0	2	0,66
					700	2	3	2	7	10 ^{cc}
—	—	20°			400	4	0	0	4	—
					300	2	1	0	3	—
					800	8	0	0	8	—
					800	4	2	2	6	—
					800	8	0	0	2	—
					1.100	6	3	2	7	—
—	—	18°			100	0	1	0	0	—
					500	0	5	0	0	—
					200	0	2	0	1	—
					100	0	1	0	0	—
					200	0	2	0	0	—
---	—	17°			500	4	1	0	0	—
					65.000	1	3	0	0	0,06
					400	3	1	0	2	10 ^{cc}
					800	5	3	0	3	—
					800	4	4	0	1	—
					600	6	0	0	2	—
—	—	14°			1.500	2	2	2	4	4 ^{cc}
					500	3	2	0	5	10 ^{cc}
					800	0	3	5	4	—
					800	1	2	5	2	—
					13.200	2	3	3	6	0,66
---	—	14°	qq. mal dégorg.		1.000	4	0	0	0	4 ^{cc}
					1.650	0	1	0	0	0,66
					1.000	4	0	0	0	4 ^{cc}
					1.500	1	4	1	0	—
—	—	13°			13.200	0	5	3	0	0,66
					11.600	2	3	2	4	—
					13.500	2	2	4	1	—
					3.300	1	1	0	1	—
					8.000	1	4	0	4	—
—	—	10°			2.750	2	6	3	4	4 ^{cc}
					15.000	4	5	0	2	0,66

TABLEAU IV (Suite)

N° d'ordre	Date de prélèvement	Désignation des carrés	LIEU DE PRÉLÈVEMENT
91	9/11/38		Le Sillon, Les Planches à terre
92	7/1/39	O-2	Partie N.-O. du Fort National
93	18/1/39		Les Planches à terre
94	—	P-1	Fort National
95	—	A-1	Petit Bé
96	15/2/39	A-3	Extrémité N.-O. du Petit Bé
97	—	O-2	Partie N.-O. du Fort National
98	—	O-4	
99	—		Les Planches à terre
100	23/2/39	O-2	Partie N.-O. du Fort National
101	—	O-3	
102	—	P-1	— N.-E. —
103	28/2/39	O-2	— N.-O. —
104	—	P-2	— N.-E. —
105	—	O	Extrémité Nord du Fort National
106	9/3/38	N. de O-2	Partie N.-O. du Fort National
107	—	Centre de P-1	— N.-E. —
108	—	Est de P-3	— — —
109	29/3/38	O-4	— N.-O. —
110	—	O-2	
111	—	P-1	
112	19/4/38	P-1	— N.-E. —
113	—	P-3	
114	—	P-2	
115	11/8/38	H-3	Au débouché de l'Exutoire
116	—	O-2	Partie N.-O. du Fort National
117	—	P-1	— N.-E. —
118	26/8/38	O-4	— N.-O. —
119	—	O-4 (End. différ.)	— — —
120	—	O-2	— — —
121	—	O-2 (End. différ.)	— — —

TABLEAU IV (Suite)

VILLAGES PRÉLEVÉS		Provenance de l'eau	Température	Etat intérieur des coquillages	<i>B. coli</i>	INDOL			Bact. Putr.	Ensemencement
Désignation	Origine					1/50.000	1/100.000	1/200.000		
—	—	—	7°		900	1	4	4	1	10 ^{cc}
—	—	—	8°		5.000	1	0	2	2	0,66
—	—	—	8°		800	2	2	4	0	10 ^{cc}
—	—	—	8°		1.200	4	6	2	0	—
—	—	—	8°		200	0	2	0	1	—
—	—	—	8°		1.500	1	0	0	1	0,66
—	—	—	8°		1.250	1	1	3	0	4 ^{cc}
—	—	—	8°		500	0	0	2	1	—
—	—	—	8°		1.500	0	0	1	0	0,66
—	—	—	8°		250	0	1	0	1	4 ^{cc}
—	—	—	8°		0	—	—	—	—	—
—	—	—	8°		1.000	2	0	2	0	4 ^{cc}
—	—	—	8°		1.750	4	3	0	4	—
—	—	—	8°		1.500	3	3	0	2	—
—	—	—	10°	bien dégorgés	6.600	4	0	0	2	0,66
—	—	—	10°	bien dégorgés	750	3	0	0	1	4 ^{cc}
—	—	—	10°	bien dégorgés	1.250	3	2	0	1	—
—	—	—	10°	bien dégorgés	750	2	1	0	3	—
—	—	—	9°	bien dégorgés	6.600	1	2	1	1	0,66
—	—	—	9°	bien dégorgés	8.000	1	4	0	1	—
—	—	—	10°	mal dégorgés	2.000	4	4	0	2	4 ^{cc}
—	—	—	10°	qq. mal dégorg.	500	1	1	0	0	4 ^{cc}
—	—	—	10°	bien dégorgés	750	3	0	0	1	—
—	—	—	21°	bien dégorgés	750	1	2	0	1	—
—	—	—	21°	bien dégorgés	1 million	1	2	3	1	0,066
—	—	—	21°	bien dégorgés	3.000	1	5	6	3	4 ^{cc}
—	—	—	21°	bien dégorgés	700	0	2	5	7	10 ^{cc}
—	—	—	—	bien dégorgés	300	0	2	1	0	—
—	—	—	—	bien dégorgés	900	3	5	1	8	—
—	—	—	—	bien dégorgés	900	3	4	2	7	—
—	—	—	—	bien dégorgés	1.000	4	3	3	5	—

ou, lorsque faire se peut, passe entre les remparts et le fort National.

La pollution des eaux étant ainsi déterminée, nous allons rechercher maintenant :

Quel degré de pollution atteignent les mollusques ?

Quelle est l'influence de la distance sur leur contamination ? Donc quel est le degré de pollution des diverses parties de la moulière ?

S'il est possible de saisir des variations saisonnières de pollution.

Enfin et surtout, nous verrons si notre standard, pour sa première épreuve, nous donne des résultats satisfaisants au point de vue de l'appréciation de la salubrité.. et si ces résultats concordent avec ceux fournis par l'examen topographique et l'expérience.

Dans cette étude, nous avons tenu compte de tous les *B. coli* (c'est-à-dire ceux à indols faibles comme ceux à indols forts), car nous avons vu que l'autre procédé ne présentait aucun avantage, et que, d'autre part, nous nous demandons si vraiment on a le droit de négliger les *B. coli* à indols faibles, car rien ne permet de conclure à un parallélisme entre la virulence et le pouvoir indologène. (Voir tableau IV.)

Ce tableau nous montre immédiatement que la pollution atteinte par les mollusques est très variable puisque l'on trouve de 0 *B. coli* par litre à 1 million.

Le problème ne se présentant pas de la même façon que dans notre première étude, nous n'allons pas construire de graphiques, mais nous allons faire la moyenne des résultats obtenus pour chaque point topographique de la moulière.

Nous aurons ainsi les degrés moyens de pollution

atteints par les mollusques et nous pourrions juger des divers degrés de pollution des différentes zones :

EN A : *Extrémité nord-ouest du Petit-Bé* :

11 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

300, 500, 800, 0, 400, 300, 800,

500, 800, 200, 1.500.

Moyenne : 560 avec comme extrêmes 0 et 1.500.

EN B : *Partie nord du Petit Bé (petite faille)* :

7 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

6.600, 800, 5.000, 10.000, 700, 800, 1.500.

Moyenne : 3.620 avec comme extrêmes 700 et 10.000.

EN C : *Partie nord-est du Petit Bé* :

8 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

200, 600, 200, 800, 0, 200, 800, 800.

Moyenne : 450 avec comme extrêmes 0 et 800.

EN D : *Partie sud de la faille entre les deux Bés* :

8 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

500, 800, 4.500, 0, 0, 400, 800, 800.

Moyenne : 470, si on ne tient pas compte de la pointe de 4.500, qui semblerait indiquer une souillure accidentelle (peut-être que certains jours l'effluent passerait entre les deux Bés).

EN E : *Partie nord-ouest du Grand Bé* :

4 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

8.250, 13.500, 3.300, 8.000.

Moyenne : 8.260 avec comme extrêmes : 3.300 et 13.500.

EN F : *Au nord du Grand Bé* :

1 prélèvement. Nombre de *B. coli* au litre : 13.200.

EN G : *Corne nord-est du Grand Bé :*

1 prélèvement. Nombre de *B. coli* au litre : 11.600.

EN H : *Exutoire :*

3 prélèvements : Nombre de *B. coli* au litre :

Plus de 100.000, 500.000, 1 million.

Moyenne : 533.000 avec comme extrêmes 100.000 et 1 million.

EN I : *Rochers près de la Tour Bidouane : . .*

2 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

500, 600.

Moyenne : 550.

EN K : *Immédiatement au nord-ouest de la tour Bidouane :*

5 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

100.000, 65.000, 800, 12.000, 800.

Moyenne : 35.720 avec comme extrêmes 800 et 100.000.

EN L : *Immédiatement au nord-est de la tour Bidouane :*

4 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

800, 400, 400, 800.

Moyenne : 600 avec comme extrêmes 400 et 800.

EN M : *Fort National à hauteur du barrage Samzun :*

3 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

800, 2.750, 15.000.

Moyenne : 6.180 avec comme extrêmes 800 et 15.000.

EN N : *Fort National à hauteur du fort :*

4 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

1.250, 1.500, 400, 500.

Moyenne : 910 avec comme extrêmes 400 et 1.500.

EN O : *Partie Nord-Ouest du fort National :*

30 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

1.250, 200, 1.500, 1.500, 800, 6.600, 3.200, 1.250, 1.250,

16.500 0, 200, 200, 1.000, 1.000, 5.000, 1.250, 500,
250, 0, 1.750, 6.600, 750 6.600, 8.000, 3.000, 300, 900,
900, 1.000.

Moyenne : 2.420 (en comptant la pointe de 16.500).
1.960 (sans cette pointe).

Les extrêmes étant 0 et 8.000 avec en plus une
pointe à 16.500.

EN P : *Partie nord-est du fort National :*

16 prélèvements. Nombre de *B. coli* au litre :

800, 300, 700 8.000 500, 1.500, 1.200, 1.000, 1.500,
1.250, 750, 2.000, 500, 750, 750, 700.

Moyenne : 950 (sans tenir compte de la pointe de
8.000 qui est difficilement explicable)
1.380 (en tenant compte de cette pointe).

Les extrêmes sont 300 et 2.000 avec en plus cette
pointe à 8.000.

Nota. — Le nombre de prélèvements dans ces deux dernières zones a été plus élevé qu'ailleurs. En effet, c'est là que la moulière est la plus prospère (elle est d'ailleurs exploitée sur le versant est du fort National).

Muni de ces renseignements, nous pouvons dresser un tableau dégressif de la pollution :

TABEAU V

	SITUATION	NOMBRE DE <i>B. coli</i> AU LITRE
Plus de 1.000 <i>B. coli</i> au litre	En H	500.000
	En K	35.000
	En E, F, G, M	de 6.000 à 12.000
	En O et B	de 1.900 à 3.600
Moins de 1.000 <i>B. coli</i> au litre	En P et N	de 900 à 1.000
	En A C, D, I, L	de 400 à 600

Donc, après le débouché de l'exutoire, la partie la plus polluée est celle située en K, au pied de la tour Bidouane. Puis les côtes nord du Grand et du Petit Bé, puis les parties M, O et P (sans oublier pour ces deux dernières que nous avons trouvé pour chacune d'elles une pointe nettement supérieure aux autres résultats). Enfin, sont les moins polluées les parties N, A, I, L, C et D. Mais pour cette dernière zone, même remarque que pour O et P : la pointe pouvant s'expliquer par le passage accidentel de l'effluent par cette faille.

Notons en terminant quelques chiffres trouvés pour des moulières situées en rade à une distance plus grande de l'exutoire.

Aux Ouvras, soit à une distance d'environ 2.000 mètres dans le nord, nous avons eu : 1.100, 500, 200, 200 *B. coli* par litre, soit une moyenne de 500 *B. coli* pour une pollution moyenne de l'eau : 35 *B. coli*.

Aux Planches (à 1.500 mètres nord-est de l'exutoire) et qui sont quelquefois baignées par le courant de flot contenant les eaux polluées, nous avons trouvé : 100, 100, 2.750, 900, 800, 1.500 *B. coli*, soit une moyenne de 1.230 *B. coli* indiquant bien, pour une distance presque égale, un résultat moins satisfaisant qu'aux Ouvras.

Le tableau V va de plus nous permettre d'établir des comparaisons avec les pollutions respectives des eaux :

LIEUX DES PRÉLÈVEMENTS	H	K	F	G
			+ de	+ de
Pollution moyenne des eaux..	600.000	8.000	1.000	1.000
Pollution moy. des mollusques	533.300	33.720	13.200	11.600

LIEUX DES PRÉLÈVEMENTS	E	M	B	O
	+ de			
Pollution moyenne des eaux..	1.000	1.000		800
Pollution moy. des mollusques	8.260	6.180	3.600	1.960

LIEUX DES PRÉLÈVEMENTS	P	N	L	A
Pollution moyenne des eaux..	500			400
Pollution moy. des mollusques	950	910	600	560

LIEUX DES PRÉLÈVEMENTS	I	D	C
Pollution moyenne des eaux..			100
Pollution moy. des mollusques	550	470	450

En examinant ces chiffres, il est facile de constater que, comme dans notre première étude, les mollusques sont plus souillés que les eaux correspondantes. Il y a toutefois une exception : au débouché de l'exutoire, mais là nous nageons dans les chiffres astronomiques et nous croyons que nous pouvons considérer que c'est là l'exception qui confirme la règle.

Autre remarque intéressante : Comme dans le premier cas examiné, nous retrouvons la proportionnalité entre la pollution des moules et la pollution de l'eau, et ce nouveau groupe de prélèvement, effectué dans des conditions tout à fait différentes, vient confirmer la règle énoncée dans le chapitre précédent.

Par contre, en ce qui concerne les variations saisonnières, nous n'avons plus du tout la même courbe qu'avec la moulière salubre, et même aucun rapport entre les variations saisonnières des différents points de la moulière. Ainsi en B et en K, la pollution diminue de juin à octobre, tandis qu'en A, C, D et M elle croît pendant le même temps.

Si l'on construit les deux courbes pour O et P, on s'aperçoit que les variations de pollution n'ont aucun rapport : souvent la pollution diminue dans l'un des points quand elle augmente dans l'autre.

Toutes les courbes obtenues étaient donc si fantaisistes qu'il n'a pas été possible d'en tirer des conclusions, c'est pourquoi nous ne les avons pas publiées.

Mais, s'il était difficile de prévoir que les différentes parties ne suivraient pas des variations parallèles, il était facile de prévoir que l'ensemble ne se comporterait pas comme dans notre première étude. En effet, le problème ne se pose pas du tout de la même façon. La pollution est déterminée par la dilution des bacilles dans l'effluent ; or, l'hiver, cet effluent est plus dilué du fait des eaux de pluie. D'autre part, la population est plus dense l'été ; par contre, à ce moment, le pouvoir bactéricide du soleil est plus intense et ses radiations provoquent une certaine stérilisation de l'effluent exposé à leur action. Devant le grand nombre de facteurs entrant en jeu, il est impossible de prévoir les variations de pollution, d'y trouver un rapport saisonnier et d'y constater autre chose que la plus aimable fantaisie. C'est pourquoi nous avons caractérisé chaque point par la moyenne des résultats obtenus pendant 18 mois environ.

Et pour achever de répondre aux questions que nous nous étions posées, nous allons répondre à la principale.

en appliquant nos standards aux différents chiffres trouvés. Nous verrons si l'on peut considérer comme salubres certaines parties de la moulière, et si ces résultats sont conformes avec ceux de l'enquête topographique.

En admettant notre critérium, nous devons considérer comme salubres les points A (C, D), I, L, N et P.

Or que nous dit l'enquête topographique ?

A : situé à l'extrémité du Petit Bé, est en dehors de la zone polluée.

C, D : situés entre les Bés se trouvent également hors de la zone polluée, mais nous nous méfions à cause de la pointe de 4.500 constatée en D et qui pourrait laisser supposer que parfois l'effluent suit cette voie.

N : se trouve à hauteur d'une zone polluée, mais son altitude étant suffisante, ce point n'est atteint que quand le flot a suffisamment dilué l'effluent et c'est pourquoi ses produits sont salubres. Néanmoins, comme tous les points qui l'entourent sont suspects, nous le classerons en zone insalubre.

Nous ferons des remarques analogues pour I et L. Et nous noterons que là, le résultat bactériologique est plus souple que le résultat topographique, puisqu'il nous permet de découvrir des zones salubres au milieu de zones polluées, fait que l'examen topographique n'avait pu nous révéler. Evidemment ce fait ne saurait modifier leur classement en zone insalubre, puisque ce ne sont que de petits îlots émergeant au milieu de zones très polluées ; mais il nous paraissait utile de décerner ce « bon point » à la bactériologie, car précédemment nous l'avions considérée comme donnant des résultats moins précis que l'enquête sur place.

Enfin, en ce qui concerne le point P, sa position le

place nettement en dehors de la zone polluée. La moulière qui le recouvre est régulièrement exploitée, et l'expérience prouve qu'il n'a jamais été signalé de cas de typhoïdes imputables aux moules provenant de cet endroit. Remarquons d'ailleurs que le chiffre moyen est à peu près égal à celui trouvé pour la moulière de la Passagère et qui nous a servi de standard. Si l'on excepte la pointe (et nous en avons eu une aussi à la Passagère), les différents chiffres trouvés sont absolument comparables.

L'interprétation des résultats du Laboratoire, effectuée avec nos « standards », confirme donc exactement les résultats fournis par l'enquête topographique.

Voyons pour conclure quelle est l'influence de la distance de l'exutoire au point considéré.

Nous trouvons que les points salubres se trouvent :

A	:	à 600 mètres de l'exutoire.
C et D	:	à 300 mètres environ de l'exutoire.
I et L	:	à 200 — — —
N	:	à 450 — — —
P	:	à 800 — — —

De ces chiffres, nous tirons la conclusion que, contrairement à ce qu'affirme Duhig de Brisbane, la distance importe peu. Ce qui importe uniquement, ce sont les directions de l'effluent au moment du jusant et du flot, ainsi que l'altitude du point considéré (altitude lui permettant de n'être mouillé qu'après plusieurs heures de flot).

Et ceci va apparaître d'une manière lumineuse en reprenant rapidement ce que nous avons dit de l'écoulement de l'effluent.

Au moment du jusant, la masse stagnante qui stationne entre les Bés et la partie sud du fort National

va fortement contaminer les points B, E, F, G, K et M, et moins fortement O. Au moment du flot, le courant vient lécher les îlots des Bés. Les eaux-vannes sont refoulées dans la passe qui sépare la tour Bidouane du Grand-Bé, mais la plus grande partie bat les pentes du fort National et file vers le nord-est en contaminant largement le point O (nous avons vu comment le point N était épargné). Et, confirmation de ces faits, P est nettement moins contaminé que O, bien qu'à une distance à peine supérieure.

Donc, au moment d'établir une zone insalubre, si l'on ne peut obtenir la suppression ou l'amélioration de l'égout, il faudra faire une étude approfondie des courants au jusan et au flot, afin de déterminer l'étendue de la pollution. Mais il ne faudra pas oublier de confronter ces impressions avec une étude sérieuse au laboratoire, ce qui, par l'adoption de notre « standard », permettra d'infirmier ou de confirmer ces premières données. Remarquons que les données bactériologiques seront d'autant plus précieuses qu'elles reposeront sur un plus grand nombre d'examens.

DEUXIÈME PARTIE

L'ÉPURATION DES MOULES POLLUÉES

CHAPITRE V

Les procédés d'épuration employés

Les chapitres précédents nous ont montré qu'il existait un trop grand nombre de moules contaminées. Mais nous avons vu aussi qu'il était quasi impossible de supprimer ou d'améliorer les « Tout à l'égout » (1).

Il a donc fallu se contenter d'un pis-aller : c'est-à-dire l'établissement de zones insalubres où la pêche est interdite. Mais, malgré toute la surveillance exercée, il est impossible de mettre un agent derrière chaque pêcheur ! Il paraît donc intéressant de voir s'il serait possible d'obtenir une épuration rapide et peu coûteuse des coquillages suspects, car, dans ce cas, il serait possible de la rendre obligatoire et l'étiquette sanitaire ne serait alors délivrée qu'à la sortie de l'établissement d'épuration.

(1) La politique a joué ici encore son rôle néfaste. Pour comprendre cette action contre l'hygiène, il suffit de voir comment elle a opéré lors de la suppression des parcs insalubres de Marseille !

Le décret d'août 1939 a d'ailleurs prévu le reparcage en zone salubre. Mais cette épuration exige un temps assez long : 1 mois environ, et, comme l'eau est pure, les coquillages maigrissent. Aussi les intéressés hésitent-ils à épurer ainsi leurs mollusques, car ils perdent de leur valeur marchande.

On a donc essayé, surtout à l'étranger, d'obtenir une épuration plus rapide en traitant les coquillages par de l'eau purifiée artificiellement par un moyen physique ou chimique. Dans ce dernier cas, il reste ou non dans l'eau un excès de l'agent chimique stérilisant.

Nous allons d'abord examiner : les procédés qui sont restés à peu près du domaine du laboratoire. Puis les procédés vraiment industriels.

Tandis que certains préconisent la filtration, le docteur Gineste, de Bordeaux, a essayé d'épurer les mollusques par la suraération de l'eau des bassins, mais les résultats industriels ont été plus ou moins intéressants.

Le professeur Violle (*Revue d'hygiène*) préconise l'ozone; l'eau de mer ozonisée n'altère nullement les coquillages dans leur constitution et dans leur saveur.

Loubatié et Salles ont, eux, préconisé la consommations des huîtres superiodées (Communication à l'Académie de Médecine) : « L'ingestion de ces huîtres *très saines* puisqu'ayant vécu en présence de traces d'I libre, et dont le goût n'est pas modifié » serait à recommander.

Cependant, dès 1923, Hinard avait étudié cette question. Il note que :

L'épuration peut être obtenue :

1°) Par trempage dans une eau pure ou une eau artificiellement purifiée;

2°) Par action d'une substance microbicide sans action physiologique.

Et il étudie longuement l'épuration par javellisation, rattachant ce procédé au premier groupe, puisqu'il faut neutraliser le chlore libre sans quoi les mollusques ne s'ouvrent pas.

Les huîtres étaient d'abord nettoyées extérieurement avec une eau contenant du chlore actif en quantité telle qu'elles ne s'ouvrent pas.

Puis une première série était placée dans de l'eau stérile mais sans chlore : l'épuration était obtenue en quatre jours, ce résultat étant comparable à ceux obtenus avec l'eau filtrée.

Une deuxième série était placée dans de l'eau contenant 0,5 mmgr. de *Cl* actif par litre. L'épuration se fait alors en 24 heures.

Les mêmes expériences renouvelées en mars ont donné un résultat désastreux. Il faut pour que l'huître s'ouvre bien une température de 20°-22°.

Et il conclut qu'aucun procédé d'épuration des coquillages ne doit fonctionner sans contrôle bactériologique.

★
★ ★

En France, il n'existe pas actuellement d'établissement industriel d'épuration. Nous possédons seulement au Pouliguen et à Marseille deux établissements munis de dispositifs de purification de l'eau d'alimentation. (A Marseille, par exemple, on emploie l'eau de mer filtrée.)

Par contre, à l'étranger, il existe des établissements d'épuration modèles. Il semble que jusqu'à présent on se soit surtout adressé à la javellisation de l'eau de mer. C'est le procédé employé par Wells aux Etats-Unis, le chlore étant fourni par électrolyse de l'eau de mer. Il nous dit que l'accumulation des bactéries dans le corps de l'huître est un effet de sa fonction de nutrition, mais

il souligne la rapidité avec laquelle ces déchets sont éliminés. L'huître dans l'eau javellisée ferme ses coquilles mais s'épure très vite dans l'eau javellisée et neutralisée. Il y a une amélioration très nette en 24 heures (10 *B. coli* par cm³) avec des coquillages très contaminés.

Le même procédé est appliqué en grand aux moules, à Conway (Angleterre) depuis 1916.

Les moules de Conway sont très contaminées, mais il y eut une vraie « bagarre » avant de pouvoir obtenir leur reparcage. On réussit à obtenir enfin leur immersion dans un bassin contenant de l'eau préalablement stérilisée par l'hypochlorite.

Du rapport du docteur R. W. Dodgson, il résulte que le temps requis est de 48 heures. Les moules subissent deux bains d'eau de mer stérile d'une durée de 24 heures, séparés par des lavages à la lance; puis un dernier bain d'une heure dans une eau contenant du chlore actif : ceci ayant pour but de stériliser l'extérieur des mollusques. Puis les moules sont mises en sacs stérilisés et plombés.

L'eau est rendue stérile par le chlorure de chaux, puis le chlore en excès est neutralisé par l'hyposulfite de soude.

Fournissons maintenant quelques précisions techniques. Dans les bassins, les moules sont isolées du fond par un caillebotis, afin de se trouver au-dessus des impuretés qui se déposent.

Au-dessous de 4° C, le pouvoir filtrant des moules diminuant beaucoup, on arrête le fonctionnement de l'établissement. Et se pose alors la question de savoir quel est le signe visible du fonctionnement des coquillage : c'est la filtration qui clarifie en deux heures environ une eau trouble. Remarquons d'ailleurs qu'il est

avantageux d'opérer avec une eau trouble, car les matières en suspension stimulent le fonctionnement des coquillages.

Notons enfin que cette épuration est continuellement contrôlée, et voyons quels sont les résultats obtenus.

Bien qu'à toutes les stations d'épuration la pêche soit interdite dans le voisinage des égouts, les moules traitées sont très fortement polluées (quelques centaines de bactéries par cm^3). Le traitement indiqué réduit ce nombre à un chiffre de 0 à 5 par cm^3 , d'où l'on peut dire que le nombre de bactéries restant n'est jamais supérieur à 100 par moule (chacune correspondant à 20^{cc} de liquide total). Cette limite est égale au standard des moules ainsi purifiées.

Remarquons d'ailleurs que le problème des procédés de contrôle bactériologique continue à être discuté.

Les résultats obtenus sont constants, sauf pendant six semaines en 1935-1936 où l'on constata des résultats anormaux et inexplicables.

Ce procédé permet donc une amélioration très nette, puisque depuis qu'il est employé les moules de Conway ne sont plus accusées de provoquer des typhoïdes. Mais il est coûteux, exige une surveillance continue et n'est pas « *total* » puisque l'on a toujours un reliquat de bacilles, voisin de 4.000 au litre (*chiffre pas souvent atteint chez nous, même pour les moules polluées*).

Un procédé analogue est employé pour les huîtres, mais les résultats obtenus sont moins constants (il faut une température plus élevée).

Cette étude un peu détaillée des moules de Conway nous montre bien qu'il est préférable de pratiquer l'élevage en eau pure plutôt que de purifier après, cette épuration n'étant toujours qu'un pis-aller.

CHAPITRE VI

L'épuration par le Permanganate de potasse

Les faits signalés précédemment nous permettent de poser en principe :

1°) Que les moules s'épurent plus facilement que les huîtres. D'abord parce qu'elles filtrent dans le même temps une plus grande quantité d'eau; de plus parce qu'elles fonctionnent à une température plus basse.

Précisons ces deux points :

Si l'on considère que le pouvoir filtrant de l'huître plate = 1, celui de la portugaise = 5,5, et celui de la moule = 9 (L. Lambert).

Pour les moules, la vitesse de filtration est égale à 2 litres par heure et par moule. Pour Dodgson, la moule est capable de filtrer 45 litres d'eau en 24 heures.

D'autre part, pour cet auteur, les moules fonctionnent entre 0° et 26°, tandis que pour Huntsman la température la plus favorable serait entre 10° et 20°.

2°) Que les coquillages étant très sensibles aux agents

chimiques, la dose d'antiseptique en excès qu'ils peuvent supporter est minime.

C'est alors que nous avons pensé à nous adresser au permanganate de potasse. D'une part, c'est un excellent antiseptique en ce qui concerne les eaux de boisson : il est pas exemple employé par l'armée sous forme de comprimés; nous l'avons nous-même employé personnellement et très longtemps à la campagne; d'autre part sa causticité est beaucoup plus faible, par exemple, que celle du chlore. Nous avons donc pensé qu'il serait possible d'en employer une dose plus élevée et, partant, d'obtenir une stérilisation plus rapide. Enfin, aux doses employées, le procédé se révèle peu coûteux.

Notons que le permanganate fut employé par Fabre-Domergue pour effectuer la toilette extérieure des mollusques.

*
* *

1^{er} GROUPE D'ESSAIS

Un lot de belles moules a été prélevé au voisinage de l'exutoire de Saint-Malo. Elles sont largement de taille marchande et sont grasses; certaines sont en pleine période de reproduction.

Série 1. — Nous avonsensemencé 10 moules, suivant la méthode Teissonnière, afin d'effectuer la numération du *B. coli*.

Après 24 heures d'étuve, tous les tubes ont cultivé.

Nous avons :

Indols à 1/50.000..... 22

Indols à 1/100.000..... 2

Soit plus de 100.000 *B. coli* par litre.

ÉPURATION. — Afin d'épurer l'extérieur des mollusques nous avons mis le lot restant à macérer dans l'eau du robinet contenant 1 gr. par litre de MnO^4K . Au bout d'une heure environ nous avons fait agir de l'hyposulfite de soude en quantité suffisante pour décolorer le permanganate et nous avons lavé les moules à plusieurs eaux.

Puis, afin de pratiquer l'épuration proprement dite, nous en avons placé 40 dans deux cristallisoirs contenant :

1. L'un : 4 litres d'eau de mer contenant 0.05 de MnO^4K par litre.

2. L'autre : 4 litres d'eau de mer contenant 0,10 de MnO^4K par litre.

La température des bains d'épuration a oscillé entre 17° et 18°.

Série 2. — Au bout de 6 heures de contact, nous avons prélevé 10 moules du cristallisoir 1 ($MnO^4K = 0,05$).

Comme nous pensions obtenir une épuration totale, nous nous sommes dit qu'il était seulement intéressant de constater l'absence de *B. coli*. Nous avons donc employé une méthode Teissonnière un peu modifiée : c'est-à-dire que nous avonsensemencé nos 10 moules à raison d'une moule par tube ; chaque moule représentant environ 1^{cc}, soit un ensemencement total de 10^{cc}.

Après 24 heures d'étuve, tous les tubes ont cultivé. Nous avons :

INDOLS A 1/100.000	INDOLS A 1/200.000	INDOLS NÉGATIFS
3	5	2

Série 3. — Au bout de 6 heures de contact, nous avons

prélevé également 10 moules du cristalliseur 2 ($MnO^4K = 0,10$) et les avonsensemencé comme dans la série 2.

Après 24 heures d'étuve, tous les tubes ont cultivé. Nous avons :

INDOLS A 1/50.000	INDOLS A 1/100.000
2	3
dont 1 très positif	
INDOLS A 1/200.000	INDOLS NÉGATIFS
4	1

Au bout de 6 heures l'épuration est loin d'être totale, mais nous pensons qu'il y a toutefois un commencement d'épuration; en effet si nous faisons le pourcentage des indols à 1/200.000 et au-dessous, nous avons :

SÉRIE 1	SÉRIE 2	SÉRIE 3
0 %	70 %	50 %

Ce commencement d'épuration est plus sensible avec la série 2. Probablement parce qu'avec 0,10 de permanganate par litre les moules ont eu plus de peine à s'ouvrir (le tube très positif doit correspondre à un coquillage qui ne s'est pas ouvert du tout).

Au bout de 24 heures de contact nous avons prélevé 10 moules dans chaque cristalliseur et nous avons opéré comme pour les séries 2 et 3 (à l'ouverture des molusques, nous notons que le liquide intervalvaire contient du permanganate réduit et nous avons vu des moules nettement ouvertes).

Série 4. — ($MnO^4K = 0,05$). Après 24 heures d'étuve, tous les tubes ont cultivé. Nous avons :

INDOLS A 1/50.000	INDOLS A 1/100.000
3	7

Série 5. — ($MnO^4K = 0,10$). Après 24 heures d'étuve, tous les tubes ont cultivé. Nous avons :

INDOLS A 1/50.000	INDOLS A 1/100.000
6	4

Si l'on considère l'indol, les résultats semblent donc moins satisfaisants au bout de 24 heures qu'au bout de 6 heures; et pour le moment ce fait nous paraît inexplicable.

En tous cas, ce premier groupe d'essais, loin de nous apporter l'épuration totale que nous escomptions, nous fournit des résultats mauvais et contradictoires. Une seule conclusion possible :

Avec des solutions de MnO^4K à 0.05 et à 0.10 par litre, il est impossible d'obtenir une épuration totale des moules en 24 heures.

★ ★

2^e GROUPE D'ESSAIS

Donc s'il nous est impossible d'obtenir une épuration totale, nous allons essayer de voir s'il n'est pas possible d'obtenir une épuration partielle, comparable à celle obtenue à Conway. Pour cela, nous allons chiffrer, non seulement le nombre de *B. coli* au départ, mais le nombre résiduaire, après action du permanganate.

Comme dans le premier groupe d'essais, nous avons prélevé un lot de moules au voisinage de l'exutoire de

Saint-Malo. Elles sont macroscopiquement aussi « appétissantes » que la première fois.

Série 6. — Par la méthode Teissonnière, nous avons effectué une évaluation du nombre de *B. coli* dans ce nouveau lot.

Au bout de 24 heures d'étuve, tous les tubes ont cultivé. Nous avons :

Indols à 1/50.000.....	20	/ donc plus de 100.000 B. coli au litre
— à 1/100.000.....	4	

EPURATION. — Afin d'effectuer la toilette extérieure des mollusques, nous les avons mis à macérer pendant une heure dans de l'eau de mer contenant 1 ‰ de permanganate de potasse. Au bout de ce temps, réduction de l'excès de MnO^4K par l'hyposulfite, puis lavage à l'eau de mer.

Afin d'effectuer la désinfection proprement dite, nous avons placé dans trois cristallisoirs 10 moules qui ont été mises à macérer dans 8 litres d'eau de mer contenant :

Cristallisoir 1 : MnO^4K = 0 gr. 02 par litre.

— 2 : MnO^4K = 0 gr. 05 par litre.

— 3 : MnO^4K = 0 gr. 10 par litre.

Pendant l'épreuve, la température des bains a oscillé entre 16° et 18°.

Au bout de 24 heures, la solution de MnO^4K est décolorée dans le cristallisoir 1 et à peu près décolorée dans le cristallisoir 2.

Nous avons prélevé 10 moules dans chaque cristallisoir et les avonsensemencés suivant la méthode Teissonnière.

La série 7 correspondant au cristalliseur 1 : $MnO^4K = 0,02$.

— 8 — 2 : $MnO^4K = 0,05$.

— 9 — 3 : $MnO^4K = 0,10$.

Au bout de 24 heures d'étuve, nous avons :

	NOMBRE DE <i>B. coli</i> AU LITRE	TUBES AYANT CULTIVÉ	INDOL AU 1/50.000	INDOL AU 1/100.000	INDOL AU 1/200.000
Série 7	100.000 ou +	24	6	14	4
Série 8	—	24	5	16	3
Série 9	—	24	10	14	

Contrairement à ce qui avait été fait dans la première étude, nous avons alors continué l'épuration.

Le cristalliseur 1 étant complètement décoloré, nous avons réajouté $MnO^4K = 0,02$ par litre.

Par contre, dans le cristalliseur 2 dont le permanganate est complètement réduit, nous avons continué l'opération sans rien ajouter. Nous avons alors observé que les moules qui s'étaient ouvertes quand l'eau contenait encore des traces de permanganate, fonctionnaient alors d'une façon intense : l'eau a été clarifié du précipité de MnO^2 en quelques heures.

Quant au cristalliseur 3, si le permanganate a été réduit en partie, il en reste encore une certaine quantité en solution.

Au bout de 48 heures d'épuration, nous avons à nouveau prélevé 10 moules dans chaque cristalliseur, et les avonsensemencé suivant la méthode Teissonnière.

La série 10 correspond au cristalliseur 1 : $MnO^4K = 0,02$.

— 11 — 2 : $MnO^4K = 0,05$.

— 12 — 3 : $MnO^4K = 0,10$.

Au bout de 24 heures d'étuve, nous constatons :

	NOMBRE DE <i>B. coli</i> AU LITRE	TUBES AYANT CULTIVÉ	INDOLS A 1/50.000	INDOLS A 1/100.000	INDOLS A 1/200.000
Série 10	100.000 ou +	24	8	14	2
Série 11	11.500	2 séries + 7	5	14	
Série 12	100.000 ou +	24	7	16	1

Le seul résultat à peu près convenable nous est donc fourni par une épuration de 48 heures dans une eau de mer contenant 0,05 de MnO^4K par litre.

Dans le cas d'une solution à 0,10 de MnO^4K par litre, les moules se sont plus ou moins bien ouvertes mais n'ont pas fonctionné.

Dans le cas d'une solution à 0,02, les mollusques qui s'étaient ouverts au bout de 24 heures ne se sont pas réouverts après la nouvelle addition de permanganate.

*
* *

3^e GROUPE D'ESSAIS

Dans les essais précédents, nous ne nous sommes occupés en réalité que de voir quel était l'effet antiseptique de MnO^4K sur le *B. coli* (c'est d'ailleurs ce qui se fait toujours pratiquement). Nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant, tout en numérant le *B. coli*, de numérer en même temps les autres germes. Nous nous sommes alors adressé au milieu de Fleury (que nous avons décrit dans nos méthodes générales) et qui permet d'opérer simultanément ces deux numérations. Cette série d'essais sera calquée exactement sur la précédente, le milieu de Fleury remplaçant le milieu Teissonnière.

Nous avons donc prélevé un nouveau lot de moules au voisinage de l'exutoire.

Série 13. — Nous dilacérons 10 moules comme il est indiqué dans la méthode Teissonnière. Puis nous ensemençons 1/10 de cm³ du liquide obtenu par filtration, sur 15^{cc} du milieu de Fleury, que nous coulons dans une boîte de Pétri. Après solidification, nous plaçons à l'étuve à 27-30°.

L'épuration a été conduite exactement comme dans le deuxième groupe d'essais.

Au bout de 24 heures d'épuration, nous avons prélevé 10 moules dans chaque cristallisoir et les avons dilacérées comme indiqué dans la série 13.

Nous ensemençons le filtrat obtenu, à raison de :

Série 14 : 1^{cc} du liquide provenant des moules du cristallisoir 1 ($MnO^4K = 0,02$).

Série 15 : 1/2^{cc} du liquide provenant des moules du cristallisoir 1 ($MnO^4K = 0,02$).

Série 16 : 1^{cc} du liquide provenant des moules du cristallisoir 2 ($MnO^4K = 0,05$).

Série 17 : 1/2^{cc} du liquide provenant des moules du cristallisoir 2 ($MnO^4K = 0,05$).

Série 18 : 1^{cc} du liquide provenant des moules du cristallisoir 3 ($MnO^4K = 0,10$).

Série 19 : 1/2^{cc} du liquide provenant des moules du cristallisoir 3 ($MnO^4K = 0,10$).

Après solidification du milieu, nous plaçons à l'étuve à 27-30°.

Au bout de 48 heures d'épuration, nous avons effectué les mêmes opérations qu'au bout de 24 heures et nous avons :

Série 20 : 1^{cc} du liquide des moules du cristallisoir 1 ($MnO^4K = 0,02$).

Série 21 : 1/2^{cc} du liquide des moules du cristalliseur 1 ($Mno^4K = 0,02$).

Série 22 : 1^{cc} du liquide des moules du cristalliseur 2 ($Mno^4K = 0,05$).

Série 23 : 1/2^{cc} du liquide des moules du cristalliseur 2 ($Mno^4K = 0,05$).

Série 24 : 1^{cc} du liquide des moules du cristalliseur 3 ($Mno^4K = 0,10$).

Série 25 : 1/2^{cc} du liquide des moules du cristalliseur 3 ($Mno^4K = 0,10$).

Au bout de 48 heures d'étuve à 27-30°, toutes ces séries ont abondamment cultivé. Toutes les boîtes de Pétri présentent une forte odeur putride. De plus le milieu présente la consistance d'une gelée, du fait de la liquéfaction de la gélatine; enfin nous constatons une réduction très nette du rouge Congo qui a pris une teinte brun chocolat. Un voile microbien a envahi à peu près toute la surface, *rendant toute numération impossible*.

Nous prélevons une parcelle de ce voile microbien et nous examinons entre lame et lamelle. Nous voyons un bacille très mobile.

Nous sommes donc en présence d'un bacille mobile, liquéfiant la gélatine, dégageant une odeur putride et ayant partiellement réduit le rouge Congo. Nous pensons avoir affaire au *B. Proteus*.

Afin d'étayer cette hypothèse, nous repiquons le voile microbien de chacune des boîtes de Pétri des séries 13 à 25 :

1°) Sur un tube de gélose au plomb (tubes 26 à 38).

2°) Sur un tube de Ranque et Senez (1) (tubes 39 à 51).

Au bout de 24 heures d'étuve à 37° :

Tous les tubes 26 à 38 sont positifs.

Tous les tubes de 39 à 51 ont viré au jaune serin, dans

9 de ceux-ci le glucose a légèrement fermenté puisque la petite cloche contient une bulle de gaz.

Ces caractères, joints à ceux que nous avons déjà obtenus, nous prouvent donc bien que nous avons affaire au *B. Proteus* qui a envahi toutes nos cultures. Cela ne veut d'ailleurs pas dire qu'il existe seul ou qu'il soit en beaucoup plus grand nombre que tous les autres germes, mais ses facultés d'envahissement sont dûes à son extrême mobilité. De plus, remarquons que c'est le bacille qui cultive le mieux à basse température, or nous avons opéré à 27°. (Notons toutefois que dans les séries 22 et 24 il existait encore un îlot rouge, dans lequel nous avons pu observer quelques colonies rouges, que nous n'avons pas d'ailleurs cherché à identifier).

Donc, l'envahissement de nos milieux par le *B. proteus* ne nous a permis de numérer ni le *B. coli*, ni les autres germes, ainsi que nous pensions le faire. Cependant le 3^e groupe d'essais n'a pas été dépourvu d'intérêt puisqu'il nous a montré *qu'après 48 heures d'épuration, les mollusques contenaient encore du B. proteus*. Or ce fait est grave. En effet, quelque soit l'abaissement du taux du *B. coli*, il n'y a pas une épuration suffisante, car si de nombreux *B. coli* peuvent ne pas s'accompagner

(1) Les tubes de Ranque et Senez sont constitués par de l'eau de viande ou de l'eau peptonée contenant par litre 4 gr. de glucose et 0 gr. 05 de rouge neutre. De plus, le tube contient un tube à hémolyse renversé, qui se remplit de liquide au moment de la stérilisation et qui permet de mettre en évidence la fermentation avec gaz du glucose.

Ces tubes permettent de caractériser rapidement tous les microbes du groupe coli.

Avec le coli, par exemple, on a un virage au jaune serin et une fermentation du glucose avec gaz (moitié de la cloche).

Avec le proteus, mêmes phénomènes, mais une seule bulle de gaz, etc...

d'espèces pathogènes, la présence du *B. proteus* doit rendre extrêmement circonspect, car elle est l'indice d'une putréfaction.

Le *proteus* dissout les albumines en produisant des toxines, il lui est donc facile d'exercer cette action sur les albumines des coquillages. De plus notons que si le *proteus* détermine rarement des infections chez l'homme, les seuls cas typiques sont ceux consécutifs à l'ingestion de viande ou d'eau souillée (ils se caractérisent par une septicémie avec ictère infectieux).

La présence de *B. proteus* dans les moules épurées :

1°) Nous indique la présence de matières en voie de putréfaction dans l'eau où ont vécu les mollusques.

2°) Doit nous faire craindre la présence de toxine dans les moules.

3°) Peut provoquer chez l'homme une septicémie avec ictère.

En relisant à ce moment les résultats obtenus à Conway, nous avons vu qu'il y était signalé qu'un grand nombre de bacilles faisant fermenter les sucres, étaient à Gram négatif, *poussaient le mieux à 20° C.* et *liquéfiaient la gélatine*; ce qui nous ferait penser à quelque chose d'assez voisin de notre *Proteus*. D'ailleurs il est ajouté plus loin qu'il serait nécessaire d'effectuer des recherches afin de voir si ces germes sont sans danger; ce qui se rapprocherait également de nos conclusions.

★ ★

4^e GROUPE D'ESSAIS

Puisque nous avons échoué dans notre tentative de numération totale, nous avons décidé de faire une 4^e série

Donc, comme dans tous les autres essais, plus de 100.000 germes par litre. D'après ce que nous avons dit, nous aurions affaire à 100.000 *B. proteus*, mais comme la numération n'a pas été poussée, il est bien probable que même dans les plus fortes dilutions, il y a plusieurs bactéries par tube.

EPURATION. — Après la toilette ordinaire des coquilles nous mettons 20 moules à macérer dans un cristalliseur contenant dans 4 litres d'eau de mer une solution de MnO^4K à 0.05 par litre.

Au bout de 30 heures de contact, décoloration de la solution, les moules sont ouvertes depuis la 24^e heure et à ce moment elles fonctionnent activement.

Au bout de 48 heures d'épuration, nous prélevons 10 moules et nous les ensemençons comme ci-dessus. Nous avons :

Tubes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Indols	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sulfures . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—
Tubes	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Indols	+	+	+	—	—	—	+	+	+	—	—	—
Sulfures . . .	+	+	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—

Nous avons 5 indols à 1/50.000, 12 à 1/100.000, 1 à 1/200.000. Ce qui nous donne par litre 9.900 bacilles produisant de l'indol et parmi ceux-ci 2.000 putrides produisant du sulfure avec les sels de plomb.

Ce résultat nous donne un chiffre de bacilles indologènes comparable à celui trouvé dans le 2^e groupe d'essais, mais sans compliquer beaucoup la méthode Teis-

sonnière il nous montre qu'il existe encore 2.000 putrides au litre.

★
★ ★

Nous avons effectué d'autres séries d'essais exactement conformes à ceux décrits dans le 4^e groupe. Nous avons obtenu chaque fois des résultats analogues, et se soldant par un résidu voisin de 10.000 *B. indologènes* au litre. Une série d'essais effectués à la cave (soit à 10°) nous a fourni des résultats comparables.

Enfin une série effectuée avec des moules MOINS POLLUÉES (66.000 *B. coli* au litre), nous a fourni une épuration plus satisfaisante (2.000 *B. coli* au litre).

★
★ ★

Que conclure de tous ces groupes d'essais ? Une épuration qui laisse subsister environ 10.000 *B. coli* au litre est une épuration qui n'est pas suffisante. Evidemment, en partant de moules moins polluées, on obtient des résultats meilleurs, mais nous aurions désiré obtenir un procédé donnant des résultats satisfaisants quelque soit la pollution.

Ce n'est d'ailleurs pas le pouvoir bactéricide du permanganate que nous devons incriminer. En effet nous tournons dans un cercle vicieux. Pour obtenir une épuration totale et rapide, il faut une certaine quantité de permanganate; mais alors dans ce cas les moules s'ouvrent mal et ne fonctionnent pas, donc ne s'épurent pas. L'épuration ne commence qu'avec des traces de MnO_4K ; elle revient donc à une épuration en eau épurée, pendant presque toute la durée du contact.

Les chiffres que nous avons obtenus sont comparables à ceux cités par Wells (10 *B. coli* par cm^3). Ils sont plus

élevés que ceux obtenus à Conway, mais notons que dans ce dernier centre on n'épure pas les moules situées près de la bouche des égouts; on élimine donc les plus polluées. De plus, une épuration à 5.000 *B. coli* n'est pas encore une épuration suffisante. D'ailleurs, notons que dans ces deux cas nous n'avons pas affaire à une épuration par un produit bactéricide : c'est simplement une stabulation en eau pure. Or nous savons que pour produire de bons résultats, celle-ci doit être plus longue. Chez des huîtres traitées par stabulation en eau fraîche et saine, Fields a retrouvé le *B. typhique* après 4 jours, Fabre-Domergue et Bodin après 6 jours, Klein après 6 ou 9 jours. Evidemment les moules de Conway ne provoquent plus de dothiéntéries, mais la présence de ce germe liquéfiant la gélatine nous laisse rêveur, car nous croyons avoir affaire au *Proteus* et nous avons dit ce qu'il fallait penser de sa présence.

Le seul moyen de s'assurer de la non virulence des bacilles qui restent après épuration serait de faire une injection intra-péritonéale au cobaye. Nous avons eu l'intention d'effectuer cette recherche, les circonstances présentes ne nous l'ont pas permis. Mais dès que cela sera redevenu possible, nous ne manquerons pas de compléter notre étude.

Remarquons enfin que, pendant la stabulation, toutes les moules ne réagissent pas de la même façon : certaines peuvent ne pas s'ouvrir. D'autres peuvent se trouver en mauvais état physiologique et la stabulation ne servira alors qu'à permettre une culture des germes pathogènes.

Enfin les moules dont on a arraché le byssus sont plus ou moins blessées, il est donc nécessaire que l'épuration soit la plus rapide possible, afin de diminuer autant qu'on le peut la durée du séjour en bassin.

Pratiquement nous pouvons donc dire que l'on ne connaît pas présentement d'agent chimique pour stériliser directement les moules. Dans tous les procédés employés, on s'adresse en réalité à de l'eau de mer pure. Même avec le permanganate, les mollusques ne fonctionnent en présence de traces de ce sel que pendant un temps très court. Mais alors une épuration en eau pure demande pour être bonne une durée supérieure à 24 ou 48 heures.

Est-ce à dire que notre procédé doive être entièrement rejeté ?

Nous ne le pensons pas. En effet, il est possible d'établir une hiérarchie dans la pollution, et de distinguer :

1°) Les moules peu et moyennement polluées : pour celles-ci notre méthode sera parfaitement applicable et donnera des résultats satisfaisants.

2°) Les moules très polluées : dans ce cas, plusieurs solutions s'offrent à nous. La plus radicale serait la destruction de ces moules qui au premier abord paraissent « inépurables ». Mais cette solution trop brutale nous satisfait peu. Et nous pensons qu'il est préférable de les épurer en deux temps, le deuxième temps nous ramenant au premier cas, puisque la première épuration les a amenées à un chiffre de *B. coli* oscillant autour de 10.000 au litre.

Enfin il existe, à notre avis, une solution encore plus élégante, celle qui est prévue au décret du 20 août 1939. Malgré les quelques inconvénients signalés au point de vue de la valeur marchande, il suffit de transporter les sujets pollués en zone salubre et de les y laisser séjourner un temps assez long (1 mois en général), pour obtenir des mollusques pouvant être livrés à la consommation.

Inutile de préciser que toutes ces opérations doivent

se faire sous le contrôle des laboratoires de l'Office des Pêches. Celui-ci d'ailleurs ne se contente pas de contrôler, mais il fournit aux intéressés tous les conseils techniques nécessaires leur permettant de livrer au public des produits sains.

TROISIÈME PARTIE

CONCLUSIONS

Les quelques citations fournies au début de cette étude ont suffisamment montré qu'il existe un grand nombre de moules polluées. Cette pollution, consécutive à celle des eaux où elles vivent, étant dûe au rejet inconsidéré à la mer de toutes les matières usées du littoral.

Comment alors protéger la santé publique ?

Le seul moyen radical serait la suppression ou tout au moins l'aménagement sérieux des « tout à l'égout ». Cette mesure s'avérant pour le moins difficile, cette protection est assurée par le contrôle exercé à la production des coquillages, par l'Office des Pêches. Nous avons vu que sa charte était le décret du 20 août 1939, et quels importants résultats avaient été obtenus depuis 15 ans.

Tout le littoral a été classé en zones salubres et en zones insalubres. Quelles sont donc les bases d'évaluation de la salubrité de ces zones ?

On s'adresse tout d'abord à l'enquête topographique à laquelle on doit donner la première place.

Puis ces examens topographiques sont complétés par des examens au laboratoire. Nous avons longuement exposé ces méthodes d'analyse, nous avons vu que la principale était la numération du *B. coli*. Résumons donc rapidement ce que notre étude nous a montré de la valeur des données analytiques.

Dans le cas d'une moulière topographiquement salubre, nous avons pu constater que :

La pollution de l'eau varie de 0 à 1.000 *B. coli*, avec une moyenne de 247 *B. coli*.

La pollution des mollusques varie de 125 à 2.150 *B. coli*, avec une moyenne de 950 *B. coli*.

Les pollutions des eaux et des moules sont proportionnelles (celles-ci étant toujours plus polluées).

Les pollutions des eaux et des moules subissent des variations saisonnières; la pollution est la plus forte au printemps.

De tous les examens chimiques effectués, seul le dosage des chlorures présente un intérêt : il existe un certain parallélisme entre le nombre de *B. coli* et l'inverse de la teneur en chlorures.

En possession de toutes ces données, nous avons fixé un « standard bactériologique », ou plutôt nous avons pensé qu'il était préférable d'en fixer 2.

L'un qui est le *chiffre moyen* fourni par un grand nombre d'examen de la moulière-type et qui est égal à 1.000 *B. coli par litre*. Il servira pour l'étude d'une autre moulière dans les mêmes conditions.

L'autre qui est le *chiffre maximum* de *B. coli* que l'on peut admettre pour considérer un lot de coquillages comme salubre et que nous avons fixé à 2.000 *B. coli par litre*. Les lots pouvant être considérés comme suspects pour une teneur comprise entre 1.500 et 2.000, et étant rejetés comme insalubres au dessus de ce dernier chiffre.

Parallèlement, dans le cas d'une moulière typiquement insalubre, nous avons constaté que :

La pollution atteinte par les mollusques varie de 0 à 1 million de *B. coli* par litre.

La pollution moyenne des mollusques des différents points du gisement est très variable. De 533.000 *B. coli* au litre au débouché de l'exutoire, elle s'abaisse en pas-

sant par toutes les transitions, à 950, 600, 450 *B. coli* au litre en des points situés entre 300 et 800 mètres de l'exutoire. La pollution n'est pas fonction de la distance, mais de la direction des courants.

La pollution des eaux de ces différents points ayant été déterminée dans une étude précédente, la pollution des mollusques est supérieure à celle des eaux, et il y a proportionnalité entre ces deux pollutions.

A l'inverse de la première étude, il n'a pas été possible de tirer de conclusions concernant les variations saisonnières.

En appliquant nos standards aux nombres de *B. coli* trouvés pour les différents points, les conclusions fournies par la Bactériologie coïncident exactement avec celles de l'enquête topographique.



Puisque nous devons nous borner à classer les zones en salubres et insalubres, et que pour le moment il est difficile d'améliorer ces dernières, nous avons voulu voir ce qu'il fallait attendre de l'épuration des coquillages. Après avoir énuméré les méthodes employées, nous avons cherché s'il était possible d'obtenir des résultats intéressants avec le permanganate de potasse.

Nos essais nous ont montré qu'avec des moules *très polluées*, il était impossible d'obtenir en 48 heures une épuration laissant subsister moins de 10 *B. coli* par cm³. Ces chiffres sont sensiblement analogues à ceux obtenus par d'autres méthodes en Angleterre et aux Etats-Unis. Et bien qu'en Angleterre l'expérience ait montré que ces moules ne provoquaient plus de typhoïde, nous jugeons que cette épuration n'est pas suffisante.

Par contre, avec des mollusques moins pollués, les résultats obtenus sont plus satisfaisants.

Nous proposons donc :

1°) D'épurer par notre procédé les moules peu et moyennement polluées.

2°) La destruction des moules trop polluées, inépurables, ou leur épuration en deux temps; ou mieux leur transport en zone salubre afin qu'elles y effectuent un séjour assez long (1 mois environ).

Toutes ces opérations se déroulant évidemment sous le contrôle de l'Office des Pêches.

La solution idéale serait d'obtenir une épuration rapide, totale et *constante* (afin de pouvoir réduire le contrôle bactériologique au strict minimum). Comme jusqu'à présent aucun procédé ne réalise ces conditions, nous considérons avec le docteur Lambert que : « L'amélioration de la salubrité des bancs de moules est plus importante que la purification de celles-ci ». L'assainissement des gisements sera réalisée par l'action constante de l'Office scientifique des Pêches qui améliore les zones insalubres, surveille et protège les gisements salubres, permettant ainsi la production du plus grand nombre possible de mollusques *naturellement* sains.

VU :
Le Président de Thèse,
LUTZ.

VU et PERMIS d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
GILBERT GIDEL.

VU :
Le Doyen de la Faculté,
DAMIENS.

BIBLIOGRAPHIE

- ARLOING et DUFOUR. — Sur l'auto-épuration colibacillaire des eaux fluviales. *C. R. Soc. de Biologie*, 1931, p. 289.
- D^r V. BELIN. — *Coquillages et fièvre typhoïde*, 1934. Presses Universitaires de France, Paris.
- D^r BESSON. — *Technique microbiologique et sérothérapique*. J. B. Baillière et Fils, Paris.
- BEGBIE (R. S.) et GIBSON (H. I.). — Présence du *Bacille typhique* et *paratyphique* dans les eaux d'égout. *Revue d'Hygiène*, 52, 786, 1931.
- D^r BÉZIAN. — Salubrité des coquillages. *O. C. M.*, mai 1937, p. 7.
- BODIN et CHEVREL. — Sur la purification bactériologique des huîtres en eau de mer filtrée. *Compte rendu Acad. des Sciences*, 27 janvier 1913.
- BOINET et TEISSONNIÈRE. — Fièvre typhoïde et coquillages. *Revue d'Hygiène*, 52, 146, 1930.
- BOINET et TEISSONNIÈRE. — *Bulletin Académie de Médecine*, 100, n° 44, p. 1.440, 1928.
- BOINET et TEISSONNIÈRE. — *Revue Office des Pêches*, t. II, fasc. 1, p. 113.
- BORDE (J.). — Le *B. Coli* et les Huîtres. — Pourcentage de pollution. *Note man. à l'Office des Pêches*.
- BROUARDEL et RENARD. — Les procédés habituels de pré-

paration culinaire des moules sont-ils efficaces pour la destruction du *Bacille typhique* ? *Bulletin Académie de Médecine*, 16-1-1934.

CARRIEU et RAMBAULT. — Etude bactériologique de l'eau des coquillages. *Montpellier Médical*, 15-2-1934.

CHAUCHARD (P.). — Etudes physico-chimiques sur les eaux de la Rance. *Thèse* 1939. Impr. Coueslant à Cahors.

CHAUCHARD (P.). — Facteurs de variation du pouvoir réducteur de l'eau de mer. *Ann. Institut Océanographique*, t. XV, fasc. III, 1935, p. 329.

COSTA, HOVASSE et BOYER. — Premières recherches sur la stabulation des huîtres. *C. R. Soc. Biologie*, 1925, pp. 317 et 1441.

COURTOIS, SUFFIT et BOURGEOIS. — Prophylaxie des maladies infectieuses causées par les coquillages; Programme d'action. *Gaz. des Hôpitaux*, Paris, 1921, p. 581.

DEFRAISSINE et CAZENEUVE. — Sur la présence dans la moule d'un vibrion paracolérique. *Mémoires Société de Biologie*, 20-7-1912, p. 180.

DIÉNERT, GUILLERD, ETRILLARD. — *Procédés d'analyse et de contrôle des eaux d'alimentation et des eaux usées*. 1935, Eyrolles, édit., Paris.

DIÉNERT et ETRILLARD. — Sur la recherche du *B. coli* dans les eaux. *Ann. Institut Pasteur*, t. XLVI, mars 1931, n° 3.

DODGSON. — Report on mussel purification. *Ministry of agricultur and Fisheries investigation*, série II, vol. X, n° 11.928.

J. V. DUHIG M. B. — Recherche sur la disposition de l'eau des égouts dans l'estuaire de Brisbane. *Proceed. R. Soc. Queensl.*, vol. XL, n° 2.

FABRE-DOMERGUE et LEGENDRE (R.). — Recherche du *B. coli* dans les eaux de mer au moyen des méthodes employées pour l'eau douce. *Note manuscr. du 21-11-1910*.

FABRE-DOMERGUE. — Sur la nourriture de l'Huître et le

- mécanisme de sa contamination. *Acad. des Sciences*, 7 nov. 1910.
- FABRE-DOMERGUE. — Sur la stabulation des huîtres en eau filtrée. *Acad. des Sciences*, 1910.
- FABRE-DOMERGUE. — Nouvelles expériences sur l'épuration bactériologique des huîtres en eau filtrée. *C. R. de l'Ac. des Sciences*, 6 mai 1912.
- FISCHER (E.). — Recherches de Bionomie et d'Océanographie littorales sur la Rance et le littoral de la Manche. *Ann. Inst. Océanographique*, nouv. série, IV, fasc. III, 1929.
- FIRTH. — Purification des huîtres par l'hypochlorite de Ca. *Public Health record*, juillet 1916.
- FIRTH. — Purification des huîtres par électrolyse de l'eau de mer. *Fishing Gazette*, 1923.
- FLEURY. — Le *B. coli* en milieu marin. *Thèse Doctorat Pharmacie*, Bordeaux, 1931. Delmas, édit. Bordeaux.
- FLEURY. — Contribution à la Biologie du *B. coli*. *Thèse de Doctorat ès-sciences* (Fac. de Bordeaux), 1933. Delmas, édit., Bordeaux.
- FONTENEAU. — Les moules marines des côtes de France. *Thèse vétérinaire*, Toulouse, févr. 1936. Boisseau, édit., Toulouse.
- FÜLLER (Coleb A.). — Les Huîtres et l'eau d'égout. *Revue scientifique*, 1902, 1^{er} avril, p. 473.
- GODARD. — Etude sur la contamination des mollusques et l'action épuratrice de la stabulation. *Thèse Médecine*, Paris, 1913.
- GOLDIE. — Sort des microbes pathogènes dans les eaux d'égout. *Revue d'Hygiène et Méd. prév.*, t. LV, n° 1, janvier 1933.
- GUILLARD (M.-A.). — Analyse de l'eau. Méthodes françaises et étrangères. *Annales d'Hygiène publique*, 1927.

- HAMEL (G.). — Le cours inférieur de la Rance. *Bull. Mus. Hist. nat.*, vol. XXX, p. 414, 1924.
- HAYMANN (J. A.). — Sur l'ostréiculture et l'examen de la pureté des bassins d'élevage et de réserve. *Bull. de la Soc. Hollandaise de Technologie*, 29 oct. 1909. Traduit par A.E.I.O., Paris, 1913.
- HINARD. — L'épuration des coquillages. *Mémoires de l'Office des Pêches*, n° 22, 1922, p. 23.
- HINARD. — Contrôle des Huîtres. Signification du *B. coli*. *Bull. des An. des Falsifications et des Fraudes*, n° 256, avril 1930.
- HINARD. — Le contrôle sanitaire. *Revue Office des Pêches*, t. I, fasc. 1, p. 89.
- HINARD et LAMBERT. — Ostréiculture et Mytiliculture en Hollande et en Angleterre. *Revue Office des Pêches*, t. III, fasc. 2, juin 1930, p. 187.
- HINARD et LAMBERT. — Tableau de l'ostréiculture française. *Revue de l'Office des Pêches*, t. I, fasc. 3, p. 37.
- JARDIN et CHEYALLIER. — Recherche sur la pollution des eaux marines par des déversements d'égouts urbains. Premier rapport. *Revue de l'Office des Pêches*, t. XI, fasc. 2, p. 213.
- JARDIN et YZAMBART. — Recherche sur la pollution des eaux marines par des déversements d'égouts urbains. 2° rapport. *Revue de l'Office des Pêches*, t. XI, fasc. 2, p. 231.
- « JE SAIS TOUT ». — Septembre 1935 : 100 millions de moules empoisonnées.
- KAMWIEDE, PARK, COOPER, GRAND, TAYLOR. — Effet de la conservation et du changement de l'eau de mer sur les huîtres contaminées. *Ann. Jour. Publ. Health*, 1926.
- KUNSTLER. — Le nettoyage sanitaire des huîtres. *Acad. de Méd.*, 20 janv. 1925.
- D^r LAMBERT. — La moule et la mytiliculture. *O. C. M.*, août 1933 et suivants, p. 1; et 1 brochure. Imp. Guillot. Versailles, 1939.

- D^r LAMBERT. — L'épuration des coquillages. *O. C. M.*, avril et mai 1937, pp. 7 et 4.
- D^r LAMBERT. — La culture des moules en France. Le contrôle sanitaire. *Handbuch des Scefischerei Nord Europas*, Stuttgart.
- D^r LAMBERT. — Recherches sur les cultures et la Biologie des mollusques comestibles. Le contrôle sanitaire. 1939, N^o *Jubilair de l'Office des Pêches*, p. 155.
- D^r LAMBERT. — La Mytiliculture. *Manuel des Pêches Maritimes*, fasc. 4, mars 1936, p. 119.
- D^r LAMBERT. — La culture de la moule en Hollande. *Revue de l'Office des Pêches*, 1935, n^o 4, p. 431.
- D^r LAMBERT. — Les coquillages comestibles et leur contrôle sanitaire. *Revue de l'Office des Pêches*, 1938, n^o 1, p. 39.
- D^r LEGENDRE. — La mer et l'égout. *Presse Médicale*, 24 janvier 1934, p. 141.
- LEGENDRE (R.). — *La concentration de l'eau de mer en ions hydrogène*, 1925, Les Presses Universitaires de France, Paris.
- LÉVY (A.) et MARBOUTIN. — Dosage de l'oxygène dissous dans l'eau de mer. *Bull. Soc. Chim.* (3), t. XVII, p. 624, 1897, et *C. R.*, 124, p. 959, 1897.
- LOUBATIÉ et SALLES. — Une nouvelle forme de la médication iodée par l'absorption des huîtres ayant fixé et organisé de fortes quantités d'iode. *Bull. Acad. de Médecine*, 26 nov. 1929.
- LOIR et LEGAGNEUX. — Pollution de la mer. *Revue d'Hygiène et de Police Sanitaire*, 1910, p. 276.
- NEVEU (R.). — Les coquillages et leur contrôle sanitaire. *Revue de Microbiologie appliquée*, n^o 1, juill.-août 1934, p. 22.
- O. C. M.* — Mai 1938. Huîtres et Moules en Belgique.
- P. V. — Le contrôle sanitaire en Angleterre. *O. C. M.*, mars 1932, p. 9.
- LES PÊCHES MARITIMES. — Epuration artificielle des moules.

- p. 787; Epuration des huîtres dans l'eau de mer chlorée, p. 19; Stérilisation de l'eau de mer et purification des coquillages par l'Ozone, p. 261.
- PHILIBERT. — *Manuel de Bactériologie médicale*. Masson, édit., Paris.
- RICHEL et GIGON. — Action des condiments antiseptiques sur le pouvoir infectant des huîtres. *C. R. Soc. de Biologie*, 29 mars 1919, p. 322.
- SANITARY RECORD. — Pollution de la mer, 22 sept. 1910, p. 279.
- D^r TEISSONNIÈRE. — Technique bactériologique pour la colimétrie dans les coquillages et les eaux de mer. *Revue Office des Pêches*, mars 1928, p. 107.
- D^r TEISSONNIÈRE. — Rapport sur la salubrité des coquillages au Congrès de Naples, Octobre 1923. *Docum. manuscrit*.
- D^r TEISSONNIÈRE. — Salubrité des coquillages produits et consommés sur le littoral méditerranéen. *Annales d'Hygiène Publ.*, janv. 1933, et *Bull. Acad. Méd.*, 28 avril 1936, t. 115, n° 16, p. 600.
- D^r TEISSONNIÈRE. — Exposé de la situation conchylicole sur le littoral méditerranéen dans ses rapports avec la Santé publique. *Conseil d'Hygiène des Bouches-du-Rhône*, séance du 14 oct. 1931, p. 218.
- TETSU-OTO. — Variation numérique et du temps de survie du *B. typhique* dans les produits aquatiques frais. *Jap. Journ. Exp. Méd.*, 20 déc. 1930, p. 627.
- VIOLLE. — De la stérilisation de l'eau de mer des parcs à coquillages. *Revue d'Hygiène*, janv. 1923.
- VIOLLE. — Stérilisation de l'eau de mer par le chlore et parcs à coquillages de Marseille. *Revue d'Hygiène*, janv. et août 1925, et févr. 1926.
- WACHTER (L. M.). — The laboratory aspects of oysters pollution. *Ann. Journ. Publ. Health*, Chicago, 1925, XV, 1066.
- WELLS (W. F.). — Chlorination as factor of safety in shell

fish (oysters) production. *Ann. Journ. Publ. Health*,
janv. 1929.

WILSON. — Isolation of *Bacil. typh.* from shell fish. *Brit. Méd. Journ.*, juin 1928.

NOTA. — Nous n'avons pas cité tous les auteurs français et étrangers qui ont écrit sur le sujet « Coquillages et fièvre typhoïde », ceci étant un peu en dehors de notre travail. Pour cette liste nous ne saurions mieux faire que de renvoyer à l'ouvrage de Belin qui a récolté tout ce qui s'est écrit contre l'huître et les coquillages.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	7
------------------------	---

PREMIÈRE PARTIE

L'examen bactériologique des moules et des eaux des moulières	11
<i>Chapitre I.</i> — La pollution des moules et les mesures adoptées pour la protection de la Santé publique	13
<i>Chapitre II.</i> — Les méthodes d'analyse employées .. Passagère	26 52
<i>Chapitre III.</i> — Etude d'une moulière salubre : La voisins de l'égout de Saint-Malo	76.
<i>Chapitre IV.</i> — Etude d'une moulière polluée : Rochers voisins de l'égout de Saint-Malo	76

DEUXIÈME PARTIE

L'épuration des moules polluées.	97
<i>Chapitre V.</i> — Les procédés d'épuration employés ..	99

<i>Chapitre VI. — L'épuration par le permanganate de potasse.</i>	104
---	-----

TROISIÈME PARTIE

CONCLUSIONS	125
BIBLIOGRAPHIE	129

